Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDUQ : 8570966
Centre d'intérêt: 874

Intégration de notions de sciences physiques de base au contenu technique en équipement motorisé et en hydrothermie. Rapport 4 / Rodrigue St-Laurent, Marc Fortin, Michel Suquet, Jean-Claude Vachon, Khamlay Mounivongs, Bertrand Tremblay, Julien Lapointe, Gérard Veilleux. -- Chicoutimi: Université du Québec à Chicoutimi, Plan de perfectionnement des maîtres de l'enseignement professionnel, 1985.
157 p. : ill., graph. ; 28 cm.

Bibliogr.: p. 157.

Descripteur(s): *Techniques physiques *Sciences physiques *Intégration des matières *Elaboration de cours *Matériel didactique *Didacticiel *Enseignement assisté par ordinateur *Transfert d'apprentissage *Questionnaire *Secondaire (Niveau)

Identificateur(s) de sujet: *Equipement motorisé *Hydrothermie

---

Le rapport rend compte des activités de recherche de l'équipe "Intégration Science-Technique" accomplies durant l'année 1984-1985. Ces activités ont été réalisées dans le cadre d'un projet qui a pour titre: "Intégration de notions de sciences physiques de base au contenu technique en équipement motorisé et en hydrothermie". La recherche a pour objectif général de donner à l'élève du secondaire professionnel une meilleure formation. Il vise à enrichir le contenu technique d'éléments de formation tranférables qui sont de nature à faciliter l'adaptation, la mobilité, le recyclage et le perfectionnement. Les notions de sciences physiques de base sont des éléments de formation tranférables d'une grande importance.

Les auteurs ont utilisé la méthode inductive. L'intégration des principes et concepts scientifiques aux contenus professionnels se fait lors de l'étude du fonctionnement de l'objet technique. Cette approche pédagogique parait adaptée aux élèves du secondaire professionnel. Elle motive les différentes étapes décrites dans le rapport: 1. identification des notions scientifiques à intégrer au contenu professionnel; 2. vulgarisation de ces notions par la préparation de cours et de matériel didactique appropriés; 3. intégration de ces mêmes notions au contenu de deux modules, l'un en équipement motorisé, l'autre en hydrothermie; 4. expérimentation et évaluation du matériel didactique.

Le modèle, la démarche d'enseignement et le matériel didactique élaborés par les membres de l'équipe ont permis d'atteindre le but qu'ils s'étaient fixé, à savoir: enrichir le contenu technique d'éléments de formation transférables. Le but de la recherche a été atteint parce que les élèves ont démontré qu'ils étaient en mesure d'utiliser les connaissances scientifiques acquises pour expliquer les phénomènes qui se passaient dans une situation autre que la situation originale; ils ont été capables d'effectuer un transfert latéral, suite à l'expérimentation du matériel développé dans le cadre de la recherche.

Type de document: d
Notice(s) connexe(s): 8370683, 8470229, 8570441
Financement: Bénéficiaire - UQAC
Organisme(s) source(s) - MEQ-OGERU
Programme(s) de subvention - PPMF

EDUQ 8570966

UNIVERSITE DU QUEBEC A CHICOUTIMI

PPMEP - UQAC

Plan de Perfectionnement des Maîtres

de l'Enseignement Professionnel

PPMEP

INTEGRATION DE NOTIONS DE SCIENCES PHYSIQUES DE BASE AU CONTENU TECHNIQUE EN EQUIPEMENT MOTORISE ET EN HYDROTHERMIE

Rapport 4

Chicoutimi, Octobre 1985

DUQ 8570966

UNIVERSITE DU QUEBEC A CHICOUTIMI

PPMEP - UQAC

Science

Technique

Plan de Perfectionnement des Maîtres

de l'Enseignement Professionnel

PPMEP

INTEGRATION DE NOTIONS DE SCIENCES PHYSIQUES DE BASE AU CONTENU TECHNIQUE EN EQUIPEMENT MOTORISE ET EN HYDROTHERMIE

Rapport 4

Chicoutimi, Octobre 1985

EQUIPE

Rodrigue St-Laurent, physicien, UQAC

Marc Fortin, physicien, UQAC

Michel Suquet, physicien, UQAC

Jean-Claude Vachon, pédagogue, UQAC

Khamlay Mounivongs, pédagogue, UQAC

Bertrand Tremblay, professeur, équipement motorisé, C.S.C.

Julien Lapointe, professeur, hydrothermie, C.S.C.

Gérard Veilleux, professeur, diésel II, C.S.C.

© Equipe, 1985

Tous droits réservés

TABLE DES MATIERES

Page

INTRODUCTION 1

Objectif général 1
Objectifs particuliers 2
Notions scientifiques 3
Méthodologie 3

CHAPITRE PREMIER: NOTIONS SCIENTIFIQUES 5

1. Identification 5
2. Enquête 7

CHAPITRE II: COURS DE SCIENCES PHYSIQUES 16

CHAPITRE III: EXPERIMENTATION D'UN LOGICIEL D'APPRENTISSAGE.. 21

1. Introduction 21
2. Le didacticiel 22
3. Les objectifs du didacticiel 24
   3.1 L'observation 24
   3.2 La mise en graphique 24
   3.3 Interprétation physique 24
   3.4 La formulation de la loi 26
4. Quelques détails techniques 26
5. Expérimentation 27
   5.1 Caractéristiques de la clientèle 27
   5.2 Déroulement de l'expérimentation 28
   5.3 Les résultats de l'expérimentation 29

Conclusion 32

CHAPITRE IV: INTEGRATION DE NOTIONS DE SCIENCES AU CONTENU TECHNIQUE 34

1. Introduction 34

2. Modèle développé 35
2.1 Les sources du modèle 35
2.2 Représentation concrète du modèle 38
2.3 Exemple de l'application du modèle 39
3. Description du matériel didactique 42
3.1 Documents non-transférables 42
3.2 Documents transférables 44
3.3 Liste complète des documents sur acétate 46
4. Stratégies d'enseignement 50
4.1 Application de la stratégie en classe 51
5. Les résultats de l'expérimentation 53
5.1 Lieux d'expérimentation et clientèle visée 53
5.2 Types d'évaluation 54
5.3 Résultats proprement dits 55

CONCLUSION GENERALE..... 58

ANNEXES:

I Questionnaires de l'enquête de novembre 1984 59

II Plans de préparation, textes, résumés des cours 11, 12 et 13 et illustrations des cours de sciences physiques 66

III Liste du programme: pression hydrostatique 100

IV Matériel didactique élaboré pour l'équipement motorisé et l'hydrothermie 107

V Questionnaire d'évaluation 144

BIBLIOGRAPHIE..... 156

LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
1	Caractéristiques de l'enquête	11
2	Pourcentage de réponses exactes selon diverses catégories	12
3	Pourcentage de réponses exactes par région et par spécialité	13
4	Tableau comparatif du pourcentage des réponses exactes fournies par les élèves de l'enseignement professionnel et par ceux de l'enseignement général ...	14
5	Pourcentage de réponses exactes regroupées par thèmes	15
6	Tableau comparatif des résultats obtenus dans une classe PL5 - Equipement motorisé - avant et après les interventions pédagogiques	20

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
3.1	Représentation d'une expérience présentée sur le didacticiel	23
3.2	Représentation graphique de la pression en fonction de la profondeur	25
4.1	Représentation du modèle développé pour intégrer des notions scientifiques au contenu technique.....	39
4.2	Application du modèle développé pour l'intégration de notions scientifiques au module portant sur les systèmes de refroidissement (programme 347-500).....	41
4.3	Application du modèle pour l'intégration de notions scientifiques au module portant sur le soudage à l'arc au tungstène (programme 308-500).....	43

INTRODUCTION

Le présent rapport se veut un compte-rendu des activités de recherche de l'équipe IST (Intégration Science-Technique) accomplies durant l'année académique: 1er juin 1984 - 1er juin 1985. Ces activités ont été réalisées dans le cadre du projet de recherche qui a pour titre: «Intégration de notions de sciences physiques de base au contenu technique en équipement motorisé et en hydrothermie».

Objectif général

Le projet de recherche IST a pour objectif général de donner à l'élève de l'enseignement professionnel une meilleure formation. Il vise à: «enrichir le contenu technique d'éléments de formation transférables qui sont de nature à faciliter: l'adaptation, la mobilité, le recyclage et le perfectionnement». Cet objectif est proposé par le MEQ (Ministère de l'Education du Québec), dans: Propositions de relance et de renouveau sur la formation professionnelle des jeunes(1) . Les notions de sciences physiques de

---

(1) La formation professionnelle des jeunes, p.33, 1982 (58-1003).

base sont, à notre avis, des éléments de formation transférables d'une grande importance.

Objectifs particuliers

Il est donc souhaitable, sinon nécessaire, d'enseigner ou de rappeler aux élèves les principes scientifiques sur lesquels s'appuie le fonctionnement des objets techniques qu'ils ont à étudier. Dans cette ligne de pensée, nous préparons du matériel didactique pour l'enseignement des programmes: équipement motorisé, hydrothermie et mécanique diesel II. Nous voulons réaliser l'intégration de notions de sciences dans ces programmes par deux actions complémentaires:

a) Par la préparation d'une série de cours à caractère scientifique donnés à intervalles réguliers durant des périodes de temps prises sur l'horaire de l'enseignement du programme mécanique diesel II. Les cours de sciences et les cours techniques proprement dits se donnent en parallèle.

b) Par la préparation de matériel didactique où les notions et principes scientifiques sont intégrés tout au long de l'enseignement des techniques équipement motorisé et hydrothermie.

Notions scientifiques

Quelles sont les notions de sciences qu'il faut intégrer à l'enseignement professionnel?

La réponse à cette question nous a été fournie par les professeurs de la région administrative 02 eux-mêmes. En avril 1982 nous avons effectué auprès de ces professeurs une enquête pour connaître l'importance pour la formation des élèves de la compréhension des notions telles que: force, travail, chaleur, énergie, pression, électricité. De plus, une deuxième enquête fut réalisée auprès des élèves de l'enseignement professionnel au niveau de la Province (novembre 1984) pour savoir si le manque de compréhension de ces notions était particulier à la seule région administrative 02. Malheureusement, le malaise semble général.

Méthodologie

Pour atteindre les objectifs mentionnés plus haut, nous utilisons la méthode inductive. L'intégration des principes et concepts scientifiques aux contenus professionnels se fait lors de l'étude du fonctionnement de l'objet technique. Cette approche pédagogique nous paraît adaptée aux élèves du secondaire professionnel et est

très efficace. Elle exige de la part des chercheurs une connaissance approfondie:

- des divers modules des programmes de l'enseignement professionnel;
- des notions scientifiques à intégrer;
- des caractéristiques des élèves concernés.

Elle motive les différentes activités mentionnées et décrites dans ce rapport:

a) Identification des notions scientifiques à intégrer au contenu professionnel. (Chapitre I: Notions scientifiques: identification, enquête).
b) Vulgarisation de ces notions, tout en respectant la rigueur scientifique, par la préparation de cours et de matériel didactique approprié. (Chapitre II: Cours de sciences physiques et Chapitre III: Micro-informatique).
c) Intégration de ces mêmes notions au contenu de deux modules, l'un en équipement motorisé, l'autre en hydrothermie. (Chapitre IV: Intégration dans deux modules).
d) Expérimentation et évaluation du matériel didactique. (Fin des Chapitres II, III et IV).

CHAPITRE PREMIER

NOTIONS SCIENTIFIQUES

1. Identification

Pour identifier les notions de sciences à intégrer aux cours de l'enseignement professionnel, nous nous sommes adressés aux professeurs de ce secteur des commissions scolaires de la région administrative 02 (Saguenay-Lac-St-Jean). Nous avons élaboré un questionnaire contenant une liste de notions scientifiques que tout élève devrait connaître, à notre avis, à la fin de son cours de niveau secondaire. La plupart de ces notions font partie des programmes de physique 442 et 452 de l'enseignement de niveau secondaire général. Nous avons demandé aux professeurs de répondre au questionnaire en indiquant le degré d'importance de l'acquisition par l'élève de ces notions et de la nécessité de les leur enseigner ou de les leur rappeler.

L'analyse de l'ensemble des réponses(2) reçues fait ressortir très nettement que trois groupes de notions dominent largement tant

---

(2) Rapport 1, Chicoutimi, Avril 1983. Projet IST-UQAC-PPMEP, p.20.

au point de vue de l'importance de les connaître qu'à celui de la nécessité de les enseigner. Il s'agit de:

	(3)	
	%	%
1er groupe: énergie		
1. Force-travail-énergie.	78	89
2. Chaleur, température.	70	91
3. Transformation de l'énergie.	59	67
4. Transmission de l'énergie.	49	73
5. Machines simples.	51	70
2e groupe: statique des fluides		
1. Pression.	63	69
2. Principe de Pascal.	54	60
3. Principe d'Archimède.	53	59
4. Pression atmosphérique.	57	68

(3) Les chiffres de la première colonne indiquent le pourcentage des professeurs qui trouvent que la connaissance de telle ou telle notion est indispensable ou nécessaire; ceux de la deuxième colonne indiquent le pourcentage de ceux qui enseignent ou rappellent ces notions à leurs élèves.

3e groupe: électricité

1. Electrostatique.	58	70
2. Courant électrique.	73	91
3. Différence de potentiel	67	76
4. Résistance électrique.	62	78
5. Magnétisme.	58	74

2. Enquête sur la connaissance des notions de base en sciences chez les élèves de l'enseignement professionnel (secteur des Techniques physiques).

Nous avons réalisé, au début de l'année scolaire 1984-85, une enquête à l'échelle de la Province, portant sur le degré de compréhension de notions de base en sciences. Il s'agit des principales notions de base en physique (et en chimie parfois) qui apparaissent comme principes directeurs dans l'explication de la nature ou du fonctionnement des divers matériaux ou objets techniques envisagés.

Les élèves consultés, certains d'équipement motorisé, d'autres d'hydrothermie, devaient répondre à une vingtaine de questions. Les questions portaient sur certaines de ces notions essentielles comme: structure de la matière (atome, molécule, réactions chimiques, ...), chaleur (relation avec l'agitation moléculaire,

température, ...), vitesse et accélération, inertie, énergie (travail, force, puissance, ...). On offrait un choix de trois réponses à chaque question (une quatrième: «je ne suis pas sûr de la bonne réponse» était aussi possible). (Le questionnaire utilisé constitue l'annexe I, p.59).

L'enquête a été faite auprès de 21 écoles polyvalentes d'autant de commissions scolaires choisies dans sept des neuf régions administratives du Québec. Le taux de réponse, donc de collaboration a été excellent puisque seulement trois des écoles sélectionnées ne nous ont pas répondu. Comme nous avons touché en tout 482 élèves, l'échantillonnage nous semble suffisant et représentatif de la réalité provinciale.

Pour compléter notre analyse et nous doter d'un instrument de comparaison, nous avons soumis le même questionnaire à une centaine d'élèves de l'enseignement général ayant tous suivi des cours de physique. (Voir le tableau 1: Caractéristiques de l'enquête, p.11).

Nous avons procédé d'abord à l'analyse par spécialité (hydrothermie-équipement motorisé): malgré une légère différence (36 et 38%), celle-ci ne nous semble pas suffisante pour en tirer des

conclusions générales. (Voir le tableau 2: Pourcentage par catégories, p.12).

Nous avons ensuite effectué l'analyse par niveau (PL4, PL5 et 6): nous avons noté un taux de réussite nettement plus élevé au PL5 (39,9%) et au PL6 (39,4%) qu'au PL4 (32,8%). Sans doute, une année de scolarité de plus joue un rôle non négligeable. Les antécédents scolaires ne sont pas forcément les mêmes aussi. (Voir le tableau 2: Pourcentages par catégories, p.12).

L'analyse par région n'a permis d'en mettre aucune en évidence. (Voir le tableau 3: Pourcentage de réussite par région, p.13).

Globalement, le taux de réponses exactes à notre questionnaire est de 38% environ (37,7%); ceci dénote une faiblesse certaine dans le domaine des sciences. Ce fait est corroboré par la deuxième partie de l'enquête: le taux de réponses exactes au même questionnaire pour des élèves du secondaire général 4 et 5 suivant présentement un cours de physique est respectivement de 47,2% et 53,4%, soit en moyenne de 50% environ. (Voir le tableau 2, Tableau 4, pp.12 et 14).

En conclusion, nous pensons être en mesure d'affirmer que la plupart des élèves de l'enseignement professionnel ne possèdent que partiellement les connaissances de base en sciences, notamment en physique, pour comprendre adéquatement leurs sujets d'étude et pour recevoir la formation et la culture technique qu'ils désirent ou que veut leur donner l'école. Il nous apparaît comme très souhaitable que du matériel didactique soit développé pour aider les professeurs à corriger la situation.

Nous avons aussi effectué une analyse par question et par thème intégrateur, cette partie est très intéressante puisqu'elle nous permettra une meilleure orientation de notre effort en vue de corriger les lacunes décelées par cette enquête. (Voir les tableaux 4 et 5: Pourcentage par thème, p.14 et 15).

TABLEAU 1

Caractéristiques de l'enquête

<table>
<tr><td rowspan="3">Enquête proprement dite</td><td rowspan="2">Questionnaires (20 questions) (Cf., Annexe 2)</td><td colspan="2">Ont reçu les questionnaires: 21 écoles de 7 des 9 régions administratives</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ont répondu: 18 écoles (délai: 1 mois)</td></tr>
<tr><td>Répondants (482 élèves du professionnel long)</td><td>129 PL4
269 PL5
84 PL6
482</td><td>76 Hydrothermie
406 Equipement motorisé
482</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Elément de comparaison</td><td colspan="2">183 élèves de l'enseignement général suivant un cours de physique - (même questionnaire)</td></tr>
<tr><td>Ecole D. Racine
C.S. Chicoutimi</td><td>99 Secondaire IV
84 Secondaire V
183</td></tr>
</table>

TABLEAU 2

Pourcentage de réponses exactes
selon diverses catégories

ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL (moyenne générale 37,7%)	NIVEAUX	PL4	32,8
		PL5	39,9
		PL6	39,4
	SPECIALITES	Hydrothermie	36,3
		Equipement motorisé	38,3
ENSEIGNEMENT GENERAL (moyenne générale 50%)	NIVEAUX	EG4	47,2
		EG5	53,4

TABLEAU 3

Pourcentage de réponses exactes par région et par spécialité

Spécialités / Régions	Hydrothermie		Equipement motorisé	
	Nombre Répondants	%	Nombre Répondants	%
01			10	36
02			17	46,2
03	23	42,0	188	38,5
04			19	42,4
06.1	9	40,0	30	39,3
06.2	8	42,5	87	35,2
06.3	36	30,4	55	38,5
TOTAL	76	36,3	40,6	38,3

CODE DES REGIONS ADMINISTRATIVES:

01 Bas St-Laurent-Gaspésie.
02 Saguenay-Lac-St-Jean.
03 Région de Québec.
04 Région de Trois-Rivières.
06.1 Laval Laurentides Lanaudière.
06.2 Région de Longueuil.
06.3 Région de Montréal.

TABLEAU 4

Tableau comparatif du pourcentage des réponses exactes fournies par les élèves de l'enseignement professionnel et ceux de l'enseignement général

Question	Ens. prof. (E.P. , P.L.)			Ens. Gén. (E.G.)		Totaux		Ecart
#	P.L. IV	P.L. V	P.L. VI	E.G. IV	E.G. V	E.G.	E.P.	E.G. - E.P.
	%	%	%	%	%	%	%	%
1	34.1	36.4	33.3	80.8	54.8	68.9	35.3	48.8
2	15.5	23.4	16.7	42.4	40.5	41.5	20.1	51.6
3	35.7	49.4	41.7	85.9	86.9	86.3	44.4	48.6
4	51.2	71.0	72.6	74.8	95.2	84.2	66.0	21.6
5	22.5	31.6	29.8	48.5	90.5	67.8	28.8	57.5
6	62.0	58.4	69.0	63.6	84.5	73.2	61.2	16.4
7	36.4	41.6	53.6	45.5	46.4	46.0	42.3	8.0
8	69.0	91.4	91.7	90.9	90.5	90.7	85.6	5.6
9	61.2	74.3	75.0	65.7	84.5	74.3	71.0	4.4
10	24.8	33.8	42.9	52.5	53.6	53.0	33.0	37.7
11	16.3	15.6	11.9	8.1	7.1	7.7	15.0	-48.7
12	39.5	45.0	54.8	45.5	54.8	49.7	45.0	9.5
13	24.0	25.3	14.3	27.3	23.8	25.7	23.0	10.5
14	30.2	40.5	31.0	45.5	72.6	57.9	36.0	37.8
15	52.7	62.1	54.8	65.7	53.6	59.7	58.0	2.8
16	24.0	26.4	39.3	25.3	27.4	26.2	28.0	-6.4
17	29.5	27.9	20.2	24.2	41.2	32.2	27.0	16.1
18	3.1	3.0	3.6	4.0	5.9	4.9	3.1	36.7
19	10.9	16.0	16.7	13.1	13.1	13.1	14.7	-10.9
20	14.0	24.5	10.1	34.3	40.5	37.2	19.9	46.5
Nbre de répondants	129	269	84	99	84	183	482	

TABLEAU 5

Pourcentage de réponses exactes
regroupées par thèmes

THEMES	PL 4	PL 5	HYDRO	Eq. mot.	E.P.
Structure de la matière Q: 1,2,3,4,5,6,7	37	45	40	43	42,6
Chaleur (Température - relation avec l'atome) Q: 4,5,6,7,8	48	59	55	57	56,8
Vitesse - accélération Q: 9,10,13,20	31	39	30	38	36,7
Inertie Q: 11,13,19	17	19	16	18	17,6
Energie Q: 12,14,16,17,18	25	29	33	27	27,8

CHAPITRE II

COURS DE SCIENCES PHYSIQUES

Dans ces cours destinés à des élèves de PL5 équipement motorisé (mécanique diesel), nous nous efforçons de vulgariser les notions de sciences à intégrer, tout en respectant scrupuleusement la rigueur scientifique. En plus d'introduire toujours les notions physiques en partant d'un objet technique, nos cours présentent un certain nombre de caractéristiques:

- un plan de présentation rigoureux que nous suivons à la lettre;

- les exemples sont choisis dans l'environnement immédiat de l'élève: véhicules automobiles et corps humain;

- nous n'accordons dans ces cours qu'une importance secondaire aux mathématiques, pour nous attacher davantage aux principes physiques eux-mêmes;

- un cours est prévu pour correspondre à une intervention pédagogique d'une demi-heure maximum, pour pouvoir intégrer assez

facilement ces cours dans l'horaire et pour éviter aussi un phénomène de saturation chez l'élève.

Durant l'année 1984-85, nous avons surtout préparé trois nouveaux cours en plus de compléter pour chacun des dix premiers, un résumé et des illustrations destinées à l'élève. (Les plans de préparation, textes, résumés des cours 11, 12, 13 et illustrations des cours des sciences physiques: annexe II, p.66).

La liste des cours préparés jusqu'à présent est la suivante:

1. L'atome (molécule).
2. Réactions chimiques (combustion).
3. Chaleur et dilatation (température, thermomètre).
4. Mouvement (repère, vitesse).
5. Mouvement (accélération, mouvement uniformément accéléré).
6. Inertie (masse, force).
7. Travail, énergie, puissance.
8. Attraction universelle (poids).
9. Pression.
10. Pression (dans une enceinte).
11. Principe d'Archimède.
12. Principe de Pascal.
13. Moment d'une force (levier).

Nous nous proposons maintenant de préparer des acétates destinées à l'enseignant pour finaliser cette série de treize cours. Nous prévoyons que la prochaine série donnera les notions de base en Electricité.

Au cours de l'année 1984-85, nous avons aussi, bien sûr, expérimenté un certain nombre de ces cours dans une classe de PL5 (Mécanique Diesel).

Auparavant, nous avions soumis les questionnaires utilisés dans l'enquête mentionnée au chapitre précédent aux élèves de cette classe. Avant nos interventions pédagogiques, la moyenne des bonnes réponses pour la classe était de 31%. (Ce résultat est plus faible que celui indiqué au chapitre I pour l'ensemble du PL. Cela peut s'expliquer par le fait qu'ici, nous n'avons considéré que les huit premières des 20 questions de notre enquête et que, en règle générale, le taux de «réussite» pour ces huit-là, est inférieur à celui de l'ensemble).

Quelque temps après avoir donné nos trois premiers cours, nous avons posé les mêmes huit questions (évidemment, ce sont celles qui portent sur la matière enseignée dans les trois premiers cours). La moyenne des bonnes réponses s'élève à 79%. Certains élèves ont même obtenu 100%.

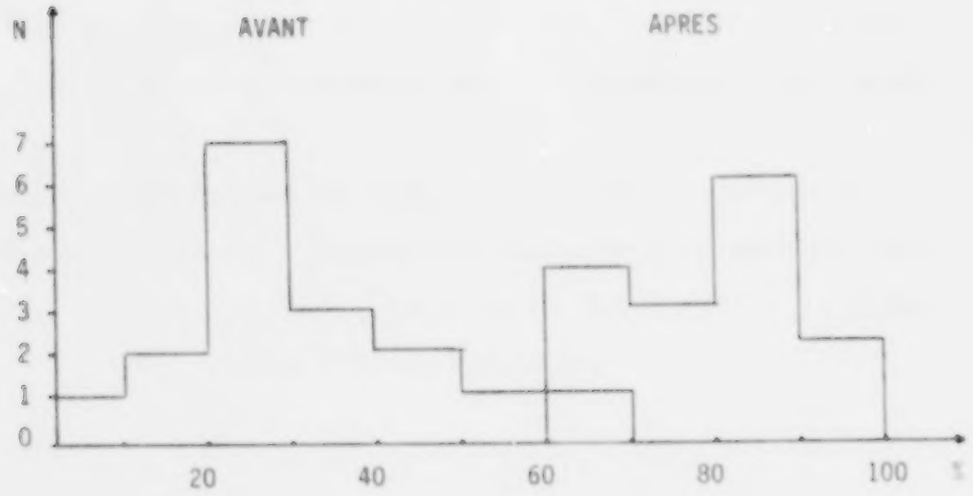
Bien sûr, nous ne pouvons pas nous baser là-dessus pour tirer des conclusions définitives, cette expérience a été trop ponctuelle, mais il n'en reste pas moins vrai que le résultat est encourageant: les élèves du professionnel sont capables de comprendre et de retenir les notions de physique présentées dans ces cours. (Voir le tableau 6: Tableau comparatif des résultats obtenus, p.20).

TABLEAU 6

Tableau comparatif des résultats obtenus
dans une classe PL5 - Equipement motorisé -
avant et après nos interventions pédagogiques.

Questions (Numéro)	% Réponses exactes	
	Avant	Après
1	17	93
2	0	43
3	56	93
4	72	93
5	22	90
6	44	57
7	17	73
8	25	100
Moyenne	31	79

REPARTITION DES RESULTATS PAR ELEVE



CHAPITRE III

EXPERIMENTATION D'UN LOGICIEL D'APPRENTISSAGE

1. Introduction

Au cours de l'automne 1984, nous avons expérimenté en classe un didacticiel sur la loi de pression hydrostatique dans un liquide au repos. Nous voulions ainsi réaliser une expérience d'enseignement par micro-ordinateur selon la méthode inductive, c'est-à-dire apprentissage par découverte. Ce logiciel a été préparé en grande partie au printemps 84 et nous avons ajouté pour les fins de l'expérimentation, un relevé automatique de la plupart des interactions de l'élève avec l'ordinateur ainsi que la durée des différentes étapes qui divisent ce didacticiel.

L'expérience a été réalisée auprès d'élèves du PL4 en équipement motorisé à l'école polyvalente Dominique-Racine de Chicoutimi.

2. Le didacticiel

On place l'élève devant une expérience à réaliser, laquelle est simulée à l'aide d'un micro-ordinateur. Comme le montre la figure 3.1, il s'agit d'un bassin dans lequel l'élève peut placer le liquide de son choix. Deux règles graduées permettent de localiser un point à l'intérieur du bassin. L'élève a la possibilité en donnant les coordonnées x et y d'un point, d'y placer un manomètre qui indiquera automatiquement la valeur de la pression en ce point.

Les données apparaissent sur un tableau à la droite du bassin, on y voit les coordonnées x, y et la valeur de la pression.

Lorsque l'élève fait une expérience avec ce didacticiel:

1. Il choisit le liquide qui sera dans le bassin.

2. Il peut refaire l'expérience autant de fois qu'il le désire en changeant les paramètres. D'ailleurs, toutes les fois que l'élève donne une réponse fausse, le didacticiel le ramène à l'expérience et l'incite à observer.

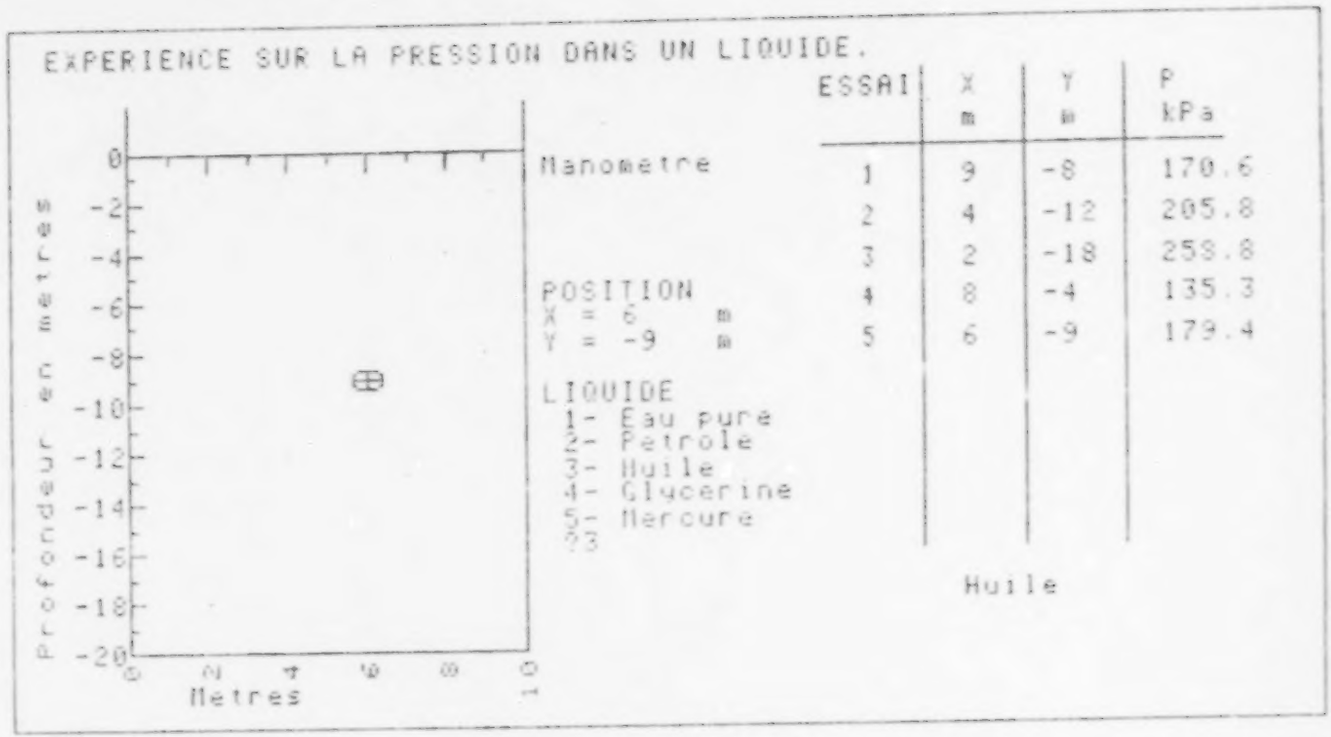


Figure 3.1 - Représentation d'une expérience présentée sur le didacticiel.

3. Les objectifs du didacticiel

3.1 L'observation

L'élève en répétant l'expérience doit réussir à identifier les facteurs qui influencent la pression. Pour cela, il doit arriver à classer ses observations et avoir l'idée de ne faire varier qu'un seul facteur tout en gardant les autres constants.

3.2 La mise en graphique

La première étape étant franchie, le didacticiel peut représenter graphiquement la pression en fonction de la profondeur tel qu'on peut le voir sur la figure 3.2. Il s'agit ici de montrer un bon modèle de graphique. L'élève peut constater que les points du graphique sont en ligne droite et déduire qu'il s'agit d'une relation linéaire ou encore une loi de proportionnalité entre la pression et la profondeur.

3.3 Interprétation physique

En comparant graphiquement plusieurs expériences avec des liquides différents, le didacticiel peut montrer à l'élève comment interpréter physiquement les caractéristiques de la droite. La

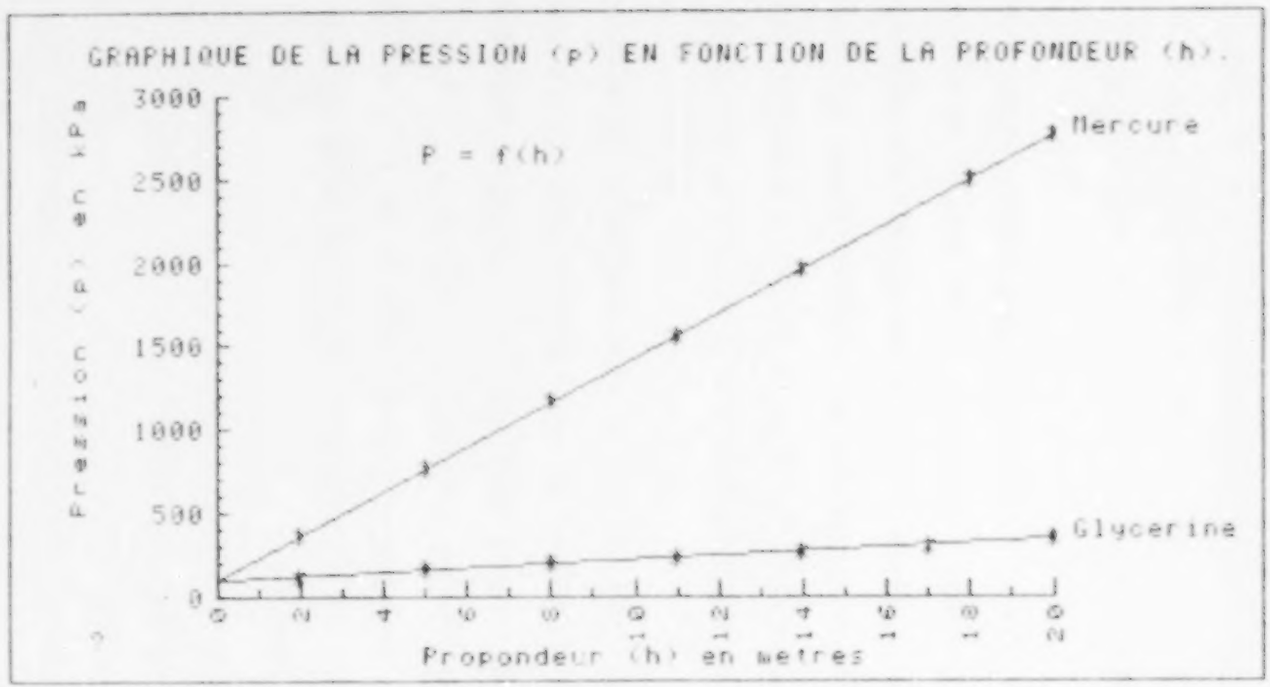


Figure 3.2 - Représentation graphique de la pression en fonction de la profondeur.

pente dépend de la densité du liquide (masse volumique). L'ordonnée à l'origine représente la valeur de la pression à la surface supérieure du liquide, c'est la pression atmosphérique.

3.4 La formulation de la loi

Le didacticiel guide l'élève sur la façon de représenter les grandeurs qui interviennent: profondeur (h), pression (p), pression atmosphérique (atm), densité (d). Toutes les grandeurs sont prises dans le système international d'unité (SI).

Finalement, on donne à l'élève le choix entre cinq expressions de la loi de pression dont une seule naturellement est la bonne et elle découle directement des observations antérieures. Les mauvais choix sont commentés.

4. Quelques détails techniques

Le didacticiel a été développé sur un micro-ordinateur Hewlett-Packard 86 en langage BASIC. Nous donnons la liste complète du programme en annexe III, p.100. Une partie importante du programme sert à la cueillette automatique de données au cours de l'expérimentation en classe. L'accès à ces données se fait par l'intermédiaire d'un petit programme de lecture.

5. Expérimentation

Tel qu'il a été signalé auparavant, ce didacticiel a été expérimenté dans une classe d'équipement motorisé, de niveau secondaire 4. Avant de présenter les résultats de l'expérimentation, il convient de décrire les caractéristiques de cette clientèle ainsi que le déroulement de l'expérimentation.

5.1 Caractéristiques de la clientèle

La classe d'équipement motorisé se composait de 18 étudiants. De ce nombre, sept ont été sélectionnés au hasard pour participer à l'expérimentation du didacticiel.

Les sept étudiants qui ont participé à l'expérimentation avaient tous obtenu un diplôme de secondaire III, l'année précédente. Ainsi, ils avaient suivi des cours de formation générale ainsi qu'un cours d'initiation à la technologie où des notions de sciences peuvent être enseignées. Cependant, un de ces élèves avait suivi, à titre optionnel, un cours de sciences de base, au cours de la même année.

5.2 Déroulement de l'expérimentation

Le didacticiel a été expérimenté au moment où les étudiants sélectionnés avaient des cours à l'atelier de l'équipement motorisé. Pendant ces périodes de cours, l'un après l'autre devaient se présenter dans un local réservé pour les fins de l'expérimentation.

Dans ce local et pour les périodes assignées, les deux chercheurs avaient installé un micro-ordinateur de la marque spécifiée auparavant. En outre, ils s'étaient munis de fiches d'observation qu'ils avaient préparées antérieurement à l'expérimentation, dans le but de noter les comportements des étudiants ainsi que le temps consacré par chacun d'eux à l'utilisation du didacticiel. D'une manière générale, la phase «expérimentation» se déroulait ainsi pour chaque étudiant:

1. Description du but de l'expérimentation à l'étudiant.
2. Expérimentation par l'étudiant et observation par les chercheurs.
3. Cueillette des commentaires de l'étudiant.

1. Description du but de l'expérimentation: A l'arrivée d'un étudiant dans le local, l'un des deux chercheurs lui expliquait le but de leurs présences. Par la suite, l'étudiant recevait des

informations concernant la procédure à suivre pour utiliser convenablement le micro-ordinateur.

2. Expérimentation par l'étudiant et observation par les chercheurs: Suite à la description des conseils d'usage de l'appareil, l'étudiant commençait à expérimenter le didacticiel tandis que les deux chercheurs notaient ses comportements. Les comportements notés concernaient le cheminement suivi par l'étudiant dans la découverte de la loi relative à la pression hydrostatique.

3. Cueillette des commentaires de l'étudiant: A la fin de l'expérimentation du didacticiel, les deux chercheurs demandaient à l'étudiant de donner ses impressions sur le travail accompli. Ainsi, on pouvait l'interroger aussi bien sur les connaissances qu'ils venaient d'acquérir que sur ce qu'il trouvait d'intéressant ou pas dans le matériel utilisé.

5.3 Les résultats de l'expérimentation

Dans l'ensemble, les résultats de l'expérimentation du didacticiel sont intéressants puisque les étudiants ont réussi à découvrir la loi sur la pression hydrostatique dans un temps «raisonnable».

Les étudiants qui ont réussi à découvrir la loi ont passé, en moyenne, 37 minutes devant l'écran du micro-ordinateur. Le plus rapide a utilisé l'appareil pendant 23 minutes et le plus lent, pendant 47 minutes. Cependant, il est important de signaler que l'étudiant le plus rapide avait déjà suivi un cours de science au secondaire III, tandis que les autres n'avaient jamais suivi un tel cours. Les deux étudiants qui n'ont pas réussi à découvrir la loi sur la pression hydrostatique ont mis respectivement 32 et 47 minutes à exécuter le travail demandé.

Qu'ils aient réussi ou pas à découvrir la loi sur la pression hydrostatique, les chercheurs ont constaté que les étudiants commettaient des erreurs-types au cours de l'expérimentation du didacticiel. Ces erreurs-types se regroupent dans les trois catégories suivantes:

1. Lecture rapide des consignes.
2. Variation de deux positions à la fois.
3. Sélection de plusieurs sortes de liquides dans une même expérience ou exercice.

1. Lecture rapide des consignes: Au début et à certaines étapes, le didacticiel présentait des consignes afin d'informer l'étudiant sur ce qu'il devait réaliser. Or, la plupart des

étudiants effectuaient une lecture «en surface» de ces informations puisqu'à plusieurs occasions, ils demandaient aux chercheurs ce qu'ils devaient effectuer comme travail.

2. Variation de deux positions à la fois: Pour découvrir la loi sur la pression hydrostatique, le didacticiel demandait aux étudiants de réaliser des expériences. Celles-ci consistaient, en premier lieu, à choisir un liquide qui apparaissait dans un bassin garni de deux règles graduées dont l'une était placée horizontalement (valeur x) et l'autre verticalement (valeur y); ces détails sont représentés sur la figure 3.1. En second lieu, l'étudiant avait à enregistrer des valeurs numériques selon l'axe des «x» et «y» du bassin, lesquelles faisaient apparaître un manomètre dans le bassin, selon les valeurs indiquées et le résultat de la pression soumise au manomètre, dans un tableau placé à la droite du bassin. En y inscrivant plusieurs données numériques de même valeur pour l'axe des «x» et de la valeur différente pour l'axe des «y», l'élève était ainsi en mesure de constater que la pression variait en fonction de la profondeur du manomètre dans le bassin. Or, plusieurs élèves faisaient varier les deux valeurs dans la même expérience, sans tenir compte des résultats. Ainsi, il leur était difficile de découvrir le facteur qui intervenait à ce moment dans la variation de la pression.

3. Sélection de plusieurs sortes de liquides: En plus de faire varier les deux valeurs (x et y) de façon aléatoire, des étudiants sélectionnaient différentes sortes de liquide (eau, glycérine, huile) pour effectuer une même expérience. Ainsi, il leur était difficile de découvrir à la lecture des résultats apparaissant sur le tableau, que la pression variait avec la profondeur puisqu'elle se modifiait aussi sous l'effet de la nature du liquide.

Conclusions

A la suite de l'expérimentation du didacticiel traitant de la pression hydrostatique, deux conclusions importantes semblent se dégager. l'une a trait au contenu présenté et l'autre à la démarche des étudiants.

En ce qui concerne le contenu présenté sur le didacticiel, il ressort le besoin, en premier lieu, de présenter des consignes de manière à ce que les élèves perçoivent la nécessité d'en prendre connaissance avant d'enregistrer quelques données que ce soit. En second lieu, il ressort le besoin de scinder le contenu de manière à ce que les étudiants cernent correctement un facteur (ex: la profondeur) avant d'en introduire un nouveau (ex: la sorte de liquide).

En ce qui concerne la démarche des étudiants, il se dégage des observations que ces derniers éprouvent beaucoup de difficultés à observer et à interpréter les valeurs qui apparaissent à l'écran. De ce fait, on présume que ces étudiants n'ont pas été entraînés à l'observation et à l'interprétation au cours de leurs apprentissages à l'école, bien que ces habiletés intellectuelles leur seront nécessaires dans l'exercice de leur métier.

Bref, le didacticiel expérimenté a permis de constater, à l'instar de Desburres et Demers (1984) que les élèves sont peu ou pas entraînés à l'observation et à l'interprétation et conséquemment, le didacticiel serait, selon nous, un instrument intéressant à utiliser pour développer ces habiletés intellectuelles essentielles chez tous les élèves et particulièrement, à ceux du secteur professionnel.

CHAPITRE IV

INTÉGRATION DE NOTIONS DE SCIENCES AU CONTENU TECHNIQUE

1. Introduction

La présente recherche a pour objectif général d'enrichir le contenu technique des programmes: équipement motorisé et hydrothermie, d'éléments de formation transférables, notamment de notions scientifiques, afin de faciliter l'adaptation, la mobilité, le recyclage et le perfectionnement de la clientèle visée.

A cet égard, les membres de l'équipe de recherche ont développé un modèle pour intégrer des notions scientifiques au contenu technique des deux disciplines nommées plus haut. Le développement de ce modèle a permis l'élaboration et l'expérimentation de matériels didactiques et d'une stratégie d'enseignement. Ce chapitre présente le modèle développé ainsi que le matériel didactique et la stratégie d'enseignement qui en découlent. Enfin, il décrit les résultats de l'expérimentation de ces documents utilisés dans deux classes du secondaire professionnel.

2. Modèle développé

Avant de présenter le modèle développé par les membres de l'équipe de recherche pour intégrer des notions scientifiques au contenu technique, il semble opportun de spécifier les sources qui ont servi de fils conducteur à l'élaboration de ce modèle.

2.1 Les sources du modèle

Le modèle développé dans la présente recherche s'inspire des conclusions de deux études (Horner, 1980 et Bolduc et Breton, 1981) ainsi que de l'expérience des chercheurs du milieu de l'enseignement professionnel de niveau secondaire.

L'étude réalisée par Horner (1980) a été la première source d'inspiration pour développer le modèle qui sera présenté dans la partie suivante. Cette étude portait sur l'enseignement de la technologie, dans les classes de lycées techniques en France. Dans la première partie de cette étude descriptive, Horner (1980) relate les résultats de l'expérimentation, à l'échelle nationale, des cours de technologie donnés par des professeurs de sciences et de la nouvelle orientation donnée par les autorités pour surmonter le problème de la non-motivation des élèves.

Les professeurs de sciences appelés à dispenser cette matière étaient peu préparés à faire comprendre aux élèves, le fonctionnement d'objets techniques à l'aide de concepts scientifiques. Ainsi, ils ont eu tendance à résoudre la dialectique à leur façon: ou bien, la classe de technologie se transformait en cours de physique appliquée ou bien les enseignants s'inspiraient uniquement des exemples d'analyses technologiques d'objets simples. Quoiqu'il en soit, note Horner (1980):

> «Les élèves s'ennuyaient et rêvaient de démonter un cyclo-moteur ou un transistor ... (parce que les objets à l'étude en classe) ... n'avaient rien à voir avec l'environnement technique des élèves» (p.479).

Pour surmonter le problème de la non-motivation des élèves, une commission ministérielle a émis l'idée directrice suivante:

> «La relation étroite des sciences et des techniques dans la société moderne ... (semblerait de nature) ... à surmonter le problème de la non-motivation des élèves» (p.479).

Bien que la présente recherche s'adressait à des disciplines de l'enseignement professionnel et non pas à des cours de technologie comme c'était le cas dans l'étude de Horner, les membres de l'équipe de recherche étaient d'avis que cette idée directrice valait aussi pour la formation au secteur professionnel. Ainsi, on

avançait, au départ, que les élèves du secteur professionnel seraient intéressés à apprendre des notions scientifiques en autant qu'elles soient en étroite relation avec l'étude des objets techniques concernant leur profession. Conséquemment, l'objet technique, proposé comme sujet d'étude dans les programmes de formation, devenait l'élément central du modèle auquel viendraient se greffer les notions scientifiques appropriées à la compréhension de son fonctionnement.

La seconde étude, qui a donné une orientation au modèle développé pour intégrer des notions de sciences au contenu technique, a été réalisée par Bolduc et Breton (1981). Dans cette étude qui portait sur les caractéristiques des étudiants du secondaire professionnel, Bolduc et Breton ont constaté que les élèves de ce secteur de formation avaient l'esprit davantage pratique et inductif que théorique ou spéculatif. Ainsi, la présente recherche a cherché à mettre l'accent sur l'induction plutôt que sur la déduction dans le développement d'un modèle pour intégrer les notions scientifiques au contenu technique.

En outre, les membres de l'équipe de recherche se sont inspirés de l'expérience qu'ils ont acquise dans le milieu de l'enseignement secondaire professionnel, pour développer un modèle d'intégration des notions de sciences. Ainsi, à travers les nombreuses

heures passées dans les classes à observer des professeurs et des élèves, les chercheurs ont constaté que l'objet technique concernant l'apprentissage du métier, était le principal sujet d'intérêt des participants. Cependant, l'étude de l'objet se limitait souvent à l'identification des éléments. Ceux qui se rendaient à l'étape «compréhension de principes» éprouvaient de la difficulté à atteindre l'objectif puisque les étudiants, en activités d'apprentissage en atelier, n'affichaient pas plus de réussite dans la résolution de problèmes techniques.

En somme, les deux études décrites précédemment ainsi que l'expérience des chercheurs du milieu de la formation professionnelle ont servi de fils conducteur pour le développement d'un modèle permettant d'intégrer des notions de sciences au contenu technique. La représentation de ce modèle fait l'objet de la prochaine partie.

2.2 Représentation concrète du modèle

Avant de présenter le modèle développé, il convient de rappeler que celui-ci retient l'objet technique comme élément central auquel se greffent des notions scientifiques introduites de manière inductive. On entend par manière inductive, la façon dont la matière est traitée, c'est-à-dire du concret constitué par l'objet

technique vers l'abstrait qui prend forme dans les notions scientifiques qui s'y rattachent. Dans cette ligne de pensée, le modèle pour intégrer des notions scientifiques au contenu technique prend la forme présentée à la figure 4.1.

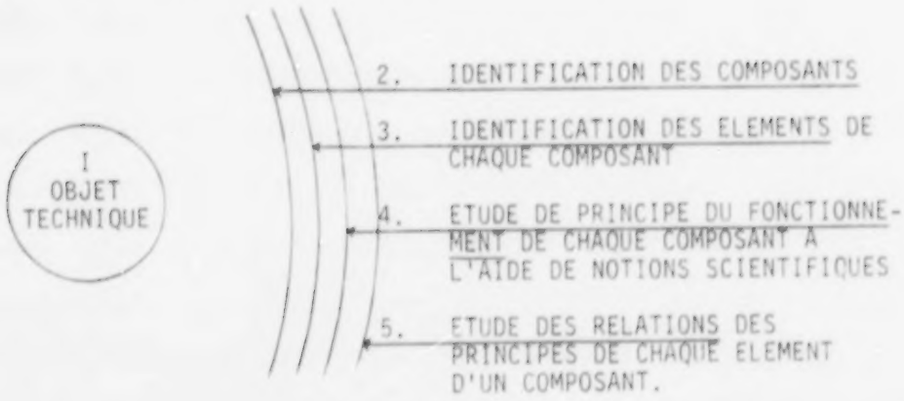

I
OBJET
TECHNIQUE
2. IDENTIFICATION DES COMPOSANTS
3. IDENTIFICATION DES ELEMENTS DE CHAQUE COMPOSANT
4. ETUDE DE PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT DE CHAQUE COMPOSANT À L'AIDE DE NOTIONS SCIENTIFIQUES
5. ETUDE DES RELATIONS DES PRINCIPES DE CHAQUE ELEMENT D'UN COMPOSANT.

Figure 4.1 - Représentation du modèle développé pour intégrer des notions scientifiques au contenu technique.

2.3 Exemple de l'application du modèle

Un bref exemple de l'applicatior du modèle présenté ci-haut permettra de comprendre la manière dont il est utilisé pour développer un cours. Prenons par exemple, le module intitulé «Systèmes de refroidissement» qui fait parti du programme d'équipement motorisé 347-500.

1. On commence à appliquer le modèle en sélectionnant l'objet technique à l'étude. Dans le cas du module cité auparavant,

le système de refroidissement constitue l'objet à l'étude (voir la figure 4.2).

2. Ensuite, on identifie les composants de l'objet technique. Dans le cas du système de refroidissement, les composants sont: le moteur, le radiateur et l'antigel. Ces composants sont présentés sur le deuxième cercle de la figure 4.2.

3. Après avoir identifié les composants, on recherche les éléments constituant chacun d'eux. Par exemple, pour le radiateur, on retrouve sur le troisième cercle de la figure 4.2, les éléments suivants: les faisceaux, la chaufferette, le bouchon et le refroidissement de l'huile.

4. Par la suite, on identifie les notions scientifiques propres à chaque élément, qui permettent d'expliquer scientifiquement son fonctionnement. Par exemple, dans le cas du bouchon du radiateur, on retrouve, au quatrième cercle de la figure 4.2, les notions suivantes: la pression et la température.

5. Finalement, on met en relation les principes identifiés à travers l'étude des différents éléments pour expliquer le fonctionnement global du composant.

LEGENDE

OBJET TECHNIQUE	COMPOSANTES	ELEMENTS	PRINCIPES ET CONCEPTS
SYSTEME DE REFROI-DISSE-MENT 1	2 Moteur	5 Thermomètre	16 Chaleur, dilatation
		6 Pompe	17 Pression
		7 Ventilateur	18 Propagation de la chaleur
		8 Thermostat	19 Dilatation
		9 Bloc	20 Propagation de la chaleur
	3 Radiateur	10 Bouchon	21 Pression, température
		11 Chaufferette	22 Propagation de la chaleur
		12 faisceaux	23 Propagation de la chaleur
		13 Refroidis-sement d'huile	24 Propagation de la chaleur
	4 Antigel	14 Propriétés	25 Point de congélation
		15 Fonctions	26 Propagation de la chaleur

Figure 4.2 - Application du modèle développé pour l'intégration de notions scientifiques au module portant sur les systèmes de refroidissement (programme 347-500).

LEGENDE

OBJET TECHNIQUE	COMPOSANTES	ELEMENTS	PRINCIPES ET CONCEPTS
PROCEDE DE SOUDAGE T.I.G. 1	Transformateur 2	7 Enroulements primaire et secondaire	17 Electromagnétisme
		8 Noyau	
		9 Courant alternatif	18 Energie thermique
	Système de haute fréquence 3	10 Courant alternatif	19 Fréquence
	Gaz protecteurs 4	11 Identification	20 Atomes
		12 Rôle	21 Réactions chimiques
	Torche 5	13 Parties	22 Energie électrique en énergie thermique
		14 Fonction	23 Chaleur, point de fusion
	Système de Refroidissement 6	15 Canalisation	24 Propagation de la chaleur
		16 Pompe	25 Pression

Figure 4.3: Application du modèle pour l'intégration de notions scientifiques au module portant sur le soudage à l'arc au tungstène (programme 308-500).

Dans la présente recherche, ce modèle a été utilisé pour intégrer des notions scientifiques à deux modules; l'un a trait aux systèmes de refroidissement dont il vient d'être question ci-haut et l'autre, concerne le soudage à l'arc au tungstène. En ce qui regarde ce dernier module, on retrouve l'application du modèle à la figure 4.3.

Suite au développement et à l'application de ce modèle, du matériel didactique a été élaboré pour l'enseignement et l'apprentissage des connaissances techniques et scientifiques relatives aux deux modules cités auparavant. Ce matériel didactique est décrit à la partie 3.

3. Description du matériel didactique

Des documents pédagogiques du type acétate ont été développés pour être utilisés directement par le professeur en classe. On peut les diviser en deux groupes.

3.1 Documents non-transférables

Ce sont des documents servant à la description d'objets techniques particuliers. Ils sont produits en grande partie par

les enseignants du secondaire qui font partie de l'équipe. De par leur nature, ces documents ne sont pas en général transférables. On s'en sert pour:

1. Définir les fonctions de l'objet technique.

2. Enumérer et décrire ses parties constituantes.

3. Décrire les variantes des principaux modèles que l'on peut trouver.

4. Enumérer les principes et concepts les plus pertinents à la compréhension du fonctionnement de l'objet.

5. Décrire ses conditions normales d'opération.

6. Identifier les problèmes, les pannes possibles et introduire les techniques d'entretien.

3.2 Documents transférables

Des documents sous forme d'acétates sur les concepts et principes scientifiques sont développés par les disciplinaires de l'équipe universitaire, puis analysés, discutés et modifiés suite à

ces interventions. Autant que possible, sur une acétate, on se limite à ne présenter qu'une seule idée. Ces documents sont transférables en ce sens, que l'on peut les faire intervenir dans divers programmes d'enseignement professionnel et à divers endroits à l'intérieur d'un programme.

Comme chaque acétate doit être simple, c'est-à-dire ne comporter qu'un petit nombre d'idées. Souvent le professeur, dans son enseignement, doit en faire intervenir plusieurs successivement. Il y a donc des regroupements et diverses combinaisons qui peuvent être utilisées suivant les besoins. En voici quelques exemples:

1. On utiliserait les acétates intitulées:
   - l'énergie thermique;
   - la température;
   - la chaleur;

   si on voulait mettre l'accent sur ces divers concepts et sur ce qui les distinguent les uns des autres.

2. On utiliserait:
   - la pression;
   - l'effet centrifuge;
   - l'effet centrifuge - pression;
   - la pompe centrifuge;

pour couvrir l'étude du fonctionnement de la pompe centrifuge.

3. On utiliserait:

   . l'énergie thermique;

   . l'agitation thermique dans un solide;

   . la chaleur;

   . la dilatation thermique;

   pour faire comprendre le phénomène de la dilatation dans les matériaux en soudure.

4. Pour faire comprendre comment on peut obtenir un courant continu à partir d'une source de tension alternative, il faut utiliser successivement:

   . la diode;

   . le redresseur.

Enfin, pour rendre ces acétates attrayantes et en faciliter la compréhension, nous utilisons diverses couleurs dans les schémas.

3.3 Liste complète des documents sur acétate

Nous fournissons ici la liste complète des titres des documents sur acétates que nous avons développés pour l'étude de deux modules d'enseignement.

1. Le module «Système de refroidissement dans l'automobile» extrait du programme «Equipement motorisé» en secondaire IV.

2. Le module «Procédé de soudage TIG» extrait du programme «Hydrothermie» secondaire V.

Une copie en noir et blanc de chacun de ces documents apparaît en annexe IV, p.107, du présent rapport.

3.3.1 Système de refroidissement dans l'automobile

A. Documents non-transférables

1.1 Système de refroidissement.

1.2 Pompe.

1.3 Boyau.

1.4 Thermostat.

1.5 Chemises d'eau.

1.6 Ventilateur.

1.7 Radiateur.

1.8 Liquide antigel.

1.9 Bouchon de radiateur.

B. Documents transférables

1.10 L'énergie thermique.

1.11 La température.

1.12 Agitation thermique dans un solide.

1.13 Agitation thermique dans un liquide.

1.14 Agitation thermique dans un gaz.

1.15 La chaleur.

1.16 Transfert de la chaleur.

1.17 La conduction de la chaleur.

1.18 Les classes de matériaux.

1.19 La dilatation thermique.

1.20 La pression.

1.21 Effet centrifuge.

1.22 Effet centrifuge - pression.

1.23 Pompe centrifuge.

1.24 La convection.

1.25 Synthèse:

. Energie thermique.

. Température.

. Chaleur.

. Dilatation.

3.3.2 Procédé de soudage TIG

A. Documents non-transférables

2.1 Soudage GTAW.

2.2 Redresseur combiné.

2.3 Torche à souder.

2.4 Manodétendeur.

2.5 Stabilisateur d'arc.

2.6 Fusible.

2.7 Détail de la tête de soudage.

B. Documents transférables

* Indique qu'il s'agit de la même acétate que précédemment.

1.10* L'énergie thermique.

1.11* La température.

1.12* Agitation thermique dans un solide.

1.13* Agitation thermique dans un liquide.

1.14* Agitation thermique dans un gaz.

1.15* La chaleur.

1.16* Transfert de la chaleur.

1.17* La conduction de la chaleur.

1.18* Les classes de matériaux.

1.19* La dilatation thermique.

1.20* La pression.

2.08 Le transformateur.

2.09 Le couplage magnétique.

2.10 La diode.

2.11 Le redresseur.

4. Stratégie d'enseignement

La stratégie élaborée, pour l'enseignement des deux modules: systèmes de refroidissement, soudage à l'arc au tungstène développés à partir du modèle présenté antérieurement, consistait, pour les professeurs impliqués dans la présente recherche, à utiliser les documents visuels (acétates) préparés, en suivant la démarche suivante:

1. Présenter l'objet technique à étudier et définir sa fonction.

2. Enumérer les composants de l'objet technique à l'étude.

3. Identifier concrètement un des composants de l'objet technique, sa fonction et ses éléments constituants.

4. Expliquer le fonctionnement du composant en faisant intervenir les notions scientifiques qui s'y rattachent.

5. Recommencer les étapes 3 et 4 jusqu'à ce que tous les composants aient été étudiés.

6. Lorsque tous les composants ont été étudiés, évaluer la compréhension des élèves concernant les phénomènes scientifiques qui expliquent le fonctionnement de l'objet technique.

4.1 Application de la stratégie en classe

Cette stratégie d'enseignement a été appliquée dans deux classes du secondaire professionnel par des professeurs d'équipement motorisé et d'hydrothermie.

Dans la classe d'équipement motorisé, le professeur a présenté, en premier lieu, l'acétate représentant une vue globale de l'objet technique à étudier (voir annexe IV, acétates no 1.1). Lors de la projection de ce document, le professeur a expliqué les différentes informations qu'il contenait comme par exemple, la fonction et les composants de l'objet technique à l'étude.

En second lieu, le professeur a présenté le document représentant un des composants comme par exemple, la chemise d'eau (voir annexe IV, acétate no 1.5). Au moment de la projection de ce document, il a d'abord expliqué la fonction du composant pour ensuite

expliquer les éléments qui le constituaient. Enfin, il a énuméré les principes scientifiques qui intervenaient dans le fonctionnement du composant.

En troisième lieu, le professeur a présenté les documents relatifs aux principes scientifiques qui intervenaient dans le fonctionnement du composant. Par exemple, dans le cas de la chemise d'eau, il a utilisé les documents présentés à l'annexe 4, acétates no 1.11 à 1.16 et 1.24). Lors de la projection de ces documents, le professeur expliquait la signification des notions scientifiques présentées ainsi que leurs relations dans le fonctionnement du composant à l'étude. Ainsi, dans un mouvement de va-et-vient entre le concept scientifique et le composant, il amenait les élèves à saisir la signification du concept et à comprendre le fonctionnement du composant. Le professeur recommençait cette démarche jusqu'à ce que l'ensemble des composants constituant l'objet technique ait été étudié.

Finalement, le professeur procédait à une évaluation sommative en invitant les élèves à répondre à un questionnaire qui visait à mesurer le niveau de compréhension des élèves relativement: (1) aux composants et aux éléments de l'objet technique; (2) à la signification des notions scientifiques et (3) aux relations entre les

notions scientifiques et le fonctionnement de l'objet technique (voir annexe V, p.144).

Dans la classe d'hydrothermie, le professeur a suivi la même démarche d'enseignement. Cependant, il n'a pu réaliser une évaluation sommative à la fin de l'enseignement du module portant sur le soudage à l'arc au tungstène. Cette absence d'évaluation est due au fait qu'il ne restait plus de temps disponible pour la réaliser.

5. Les résultats de l'expérimentation

La présente partie a pour objet de présenter les résultats de l'expérimentation du matériel didactique élaboré dans le cadre de cette recherche. Mais avant de présenter ces résultats, il convient de situer l'endroit où s'est déroulée l'expérimentation et la clientèle visée ainsi que les types d'évaluation effectués par les membres de l'équipe.

5.1 Lieux d'expérimentation et clientèle visée

Le matériel didactique élaboré dans le cadre de cette recherche a été expérimenté auprès de deux groupes d'élèves de la polyvalente Dominique-Racine qui est située sur le territoire de la Commission Scolaire de Chicoutimi.

Le premier groupe, composé de 18 élèvess de niveau secondaire IV, appartenait au secteur de l'équipement motorisé. Par ailleurs, le second groupe se composait de 11 élèves de niveau secondaire V qui appartenaient au secteur de l'hydrothermie, plus particulièrement, à la spécialité de soudeur général.

Ces deux groupes ont expérimenté le matériel didactique, présenté antérieurement, au cours de la quatrième session de l'année scolaire 1984-85.

5.2 Types d'évaluation

Deux types d'évaluation ont été réalisés dans le cadre de cette recherche. L'une concernait le processus ou la démarche et l'autre, le produit du processus ou, en d'autres mots, les résultats des élèves.

L'évaluation du processus concernait la démarche suivie par les professeurs en classe, au moment de l'utilisation du matériel didactique élaboré. Cette évaluation a été réalisée par observation directe et indirecte.

Par observation directe, on entend que les chercheurs présents dans le contexte de la classe, observaient le déroulement des

événements. Par ailleurs, on entend par observation indirecte que les chercheurs ont effectué le visionnement de documents magnétoscopiques enregistrés au moment de l'expérimentation du matériel didactique en classe.

L'évaluation du produit concernait la qualité des réponses données par les étudiants à un questionnaire d'examen présenté à titre de post-test. Le questionnaire ou le post-test comportait 11 questions à développement qui donnait ainsi l'occasion de constater le degré de compréhension des élèves. Un exemplaire de ce questionnaire est présenté à l'annexe V, p.144.

5.3 Résultats proprement dits

Il convient de rappeler les résultats concernant le processus ou la démarche suivie en classe d'une part, et la qualité des réponses données par les élèves à un post-test, d'autre part.

Au sujet des résultats relatifs au processus ou à la démarche suivie en classe, les chercheurs ont constaté, en premier lieu, qu'en intégrant peu à peu des notions scientifiques étroitement reliées à l'objet technique à l'étude, les élèves ne se rendaient pas compte qu'ils acquéraient des connaissances scientifiques. Cette situation s'explique, sans doute, par le fait que les notions

scientifiques étaient présentées de manière à expliquer le fonctionnement de l'objet technique qui constituait la source d'intérêt des élèves. Ainsi, pour les élèves, le cours ressemblait à un autre cours de technologie du métier, à l'exception que la matière ou l'objet, était étudiée avec plus de «profondeur».

En second lieu, on a perçu que le moyen utilisé (les acétates) captait l'attention des élèves mais jusqu'à un certain point. Au-delà de 30 minutes d'utilisation de ce matériel didactique, les élèves devenaient moins attentifs. C'est pourquoi les membres de l'équipe de recherche songent à diversifier les moyens dans la poursuite de cette recherche, afin de rendre les élèves davantages actifs.

Par ailleurs, en ce qui concerne les résultats de l'évaluation du produit, les chercheurs ont constaté, à la lecture des réponses données par les élèves au post-test, que la majorité d'entre eux ont réussi à expliquer correctement le fonctionnement des composants et de l'objet technique étudiés en utilisant les notions scientifiques appropriées.

En outre, les chercheurs ont constaté, par l'analyse des réponses données à la dernière question du post-test, que les élèves ont été en mesure d'appliquer les connaissances

scientifiques acquises pour expliquer les phénomènes qui se produisaient dans une autre situation qu'ils n'avaient pas étudiée. (Voir les réponses données à la question du questionnaire présentées à l'annexe 5, p.144). De ce fait, on présume que la démarche et le matériel didactique élaborés et expérimentés auprès des élèves d'équipement motorisé, leur a permis de réaliser un transfert latéral tel que défini par Gagné (1976) puisque selon cet auteur:

> «Le transfert latéral réfère à la généralisation de ce qu'on apprend à de nouvelles situations, c'est-à-dire à des situations différentes de l'apprentissage original» (p.75).

CONCLUSION GÉNÉRALE

En somme, on peut conclure que le modèle, la démarche d'enseignement et le matériel didactique élaborés par les membres de l'équipe ont permis d'atteindre le but qu'ils s'étaient fixés, à savoir: enrichir le contenu technique d'éléments de formation transférables.

On estime avoir atteint le but visé dans la présente recherche parce que, par l'intermédiaire de la démarche et du matériel pédagogique expérimentés, les étudiants ont démontré qu'ils étaient en mesure d'utiliser les connaissances scientifiques acquises pour expliquer les phénomènes qui se passaient dans une situation autre que la situation originale. En d'autres mots, le but de la recherche a été atteint parce que les élèves ont été capables d'effectuer un transfert latéral, suite à l'expérimentation du matériel développé dans la cadre de la présente recherche.

ANNEXE I

Questionnaire de l'enquête de novembre 1984

PPMEP - UQAC

NOTIONS DE SCIENCE (1984)

— Ta collaboration sérieuse nous est indispensable.
— Encercle a ou b ou c sur la feuille des réponses et si tu n'es pas sûr(e) que c'est la bonne, encercle aussi la lettre d.

N.B.: 1) Toutes les questions sont indépendantes.
2) A chaque question ne correspond qu'une seule bonne réponse.

---

1. Un atome c'est:

   a) La plus petite quantité d'un corps simple.
   b) La plus petite quantité d'un corps composé.
   c) La plus petite quantité d'un corps solide.
   d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

2. Dans la nature:

   a) Il y a autant d'atomes différents que de matériaux différents.
   b) Il y a autant d'atomes différents que de corps simples différents.
   c) Il y a autant d'atomes différents que de molécules différentes.
   d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

3. Une molécule est formée:

a) De l'union seulement de deux atomes identiques.
b) De l'union seulement de deux atomes différents.
c) De l'union de plusieurs atomes différents ou non.
d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

4. L'agitation des molécules d'un corps augmente quand:

a) Il y a une élévation de la température.
b) Il y a une diminution de la température.
c) Il n'y a aucun rapport entre la température et l'agitation des molécules.
d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

5. Lors d'une réaction chimique:

a) La température augmente forcément.
b) Il y a réarrangement des molécules.
c) Les liquides deviennent des solides.
d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

6. Pour toute combustion, on a besoin:

a) D'oxygène.
b) D'hydrogène.
c) Des deux.
d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

7. La dilatation d'un corps est due à:

a) L'accroissement du volume des atomes de ce corps.
b) L'explosion des molécules.
c) L'augmentation de l'agitation des molécules.
d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

8. On a deux bassins d'eau à la même température. L'un contient deux fois plus d'eau que l'autre. Ils sont chauffés pendant 5 minutes par des brûleurs identiques. On constate:

a) Que la température augmente aussi vite dans les deux bassins.

b) Qu'elle augmente plus vite dans le bassin où il y a le plus d'eau.

c) Qu'elle augmente plus vite dans le bassin où il y en a le moins.

d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

9. Une automobile parcourt 150 km en 1h30. Sa vitesse moyenne est de:

a) 150 km/h
b) 100 km/h
c) 50 km/h
d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

10. Quand la vitesse augmente d'une façon constante, l'accélération:

a) augmente
b) diminue
c) est constante
d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

11. L'inertie d'un objet se mesure en:

a) newton
b) kilogramme
c) kg/s
d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

12. Le travail accompli lorsqu'un poids a été soulevé devient de l'énergie:

a) potentielle
b) cinétique
c) calorifique
d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

13. L'inertie d'un objet en mouvement augmente quand sa vitesse augmente.

a) vrai
b) faux
c) ne s'applique pas
d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

14. Un bloc de fer de 5 kg tombe de la hauteur d'un mètre. Du travail est accompli.

a) vrai
b) faux
c) ne s'applique pas
d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

15. Un astronaute est assis dans sa capsule en orbite autour de la terre. Son siège est à la fois en mouvement et au repos.

a) vrai
b) faux
c) ne s'applique pas
d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

16. Une personne exerce pendant 2 s une force de 100 N pour élever un objet. Le déplacement est de 3 m. Le travail en joules accompli par cette personne est:

a) 200
b) 300
c) 600
d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

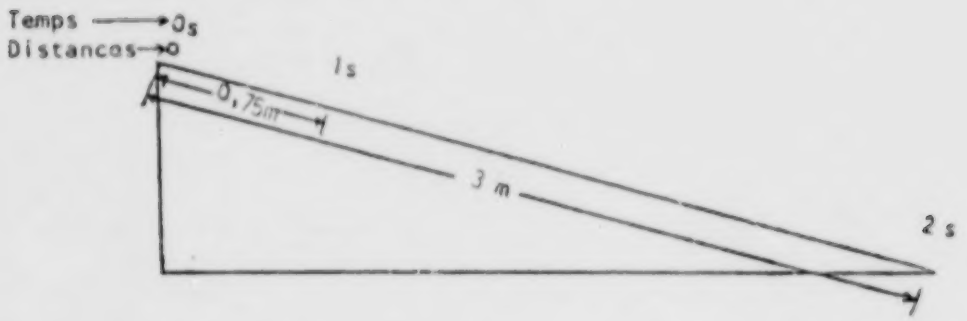
17. La puissance en watts développée dans ce cas est:

a) 100
b) 150
c) 300
d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse.

18. Une balle est lancée vers le haut; elle quitte la main du lanceur au point A, atteint le point C et retombe au point D comme l'indique la figure ci-dessous. Dessine la force ou les forces qui agissent sur la balle quand elle se trouve au point B.

19. Une fusée de l'espace se dirige du point A vers le point B. Les moteurs sont éteints et aucune autre force n'agit sur elle. Au point B les moteurs sont mis en fonction pour que la fusée atteigne le point C. Les moteurs sont éteints au point C. Dessine la trajectoire que va suivre cette fusée entre les points A, B, C puis dépassé le point C.

20. Lors d'une expérience sur un plan incliné, on a obtenu les données figurant dans le tableau ci-dessous.



TABLEAU

GRANDEURS	TEMPS	DISTANCE PARCOURUE	VITESSE INSTANTANEE	ACCELERATION
Unités	s	m	m/s	m/s^2
Données	0	0	0	
	1	0.75	1.5	1.5
	2	3	7	1.5

La vitesse instantanée au bout de 2 secondes est:

a) 1.5m/s
b) 2m/s
c) 3m/s
d) Je ne suis pas sûr(e) de la bonne réponse

PPMEP - UQAC

REPONDRE SUR CETTE FEUILLE

NOTIONS DE SCIENCE (1984)

Ecole: _____

Niveau: _____

Spécialité: _____

_____

- Indique la bonne réponse en encerclant la lettre a ou b ou c.
- Si tu n'es pas sûr(e) de la bonne réponse indique-le en encerclant aussi la lettre d.
- Merci de ta collaboration.

REPONSES

1. a b c d
2. a b c d
3. a b c d
4. a b c d
5. a b c d
6. a b c d
7. a b c d
8. a b c d
9. a b c d
10. a b c d
11. a b c d
12. a b c d
13. a b c d
14. a b c d
15. a b c d
16. a b c d
17. a b c d
18. Voir ci-contre
19. Voir ci-contre
20. a b c d

18.

19.

ANNEXE II

Plans de préparation, textes, résumés des cours 11, 12 et 13

et illustrations des cours de sciences physiques

Cours 11

Titre Principe d'Archimède

Objectif general Acquérir les notions nécessaires à la comprehension du principe d'Archimède

Objectifs spécifiques L'élève sera en mesure de :

1 - Réaliser que la poussée d'un liquide sur un objet est due à une différence de pression

2 - Calculer le volume d'un objet de forme quelconque

3 - Constater que la poussée exercée par un liquide sur un objet est égale au poids du liquide déplacé par ce même objet

Liste du matériel 2 objets de même masse mais de volumes différents, un dynamomètre et une balance à plateaux, vases à trop plein

Contenu :

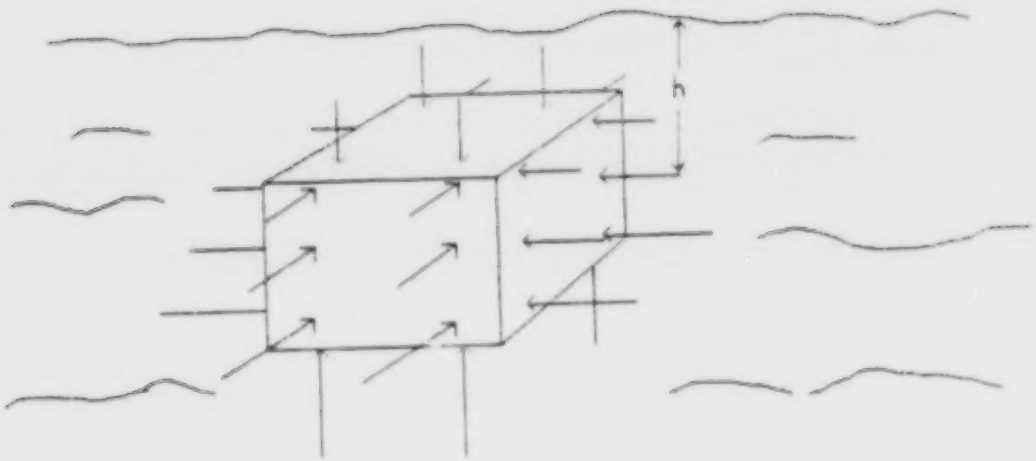
A) Introduction

- Peser dans l'air un objet de densité relative superieure à celle de l'eau avec un dynamomètre
- Inscrire le poids au tableau
- Demander aux élèves de prédire si le poids de l'objet va varier s il est pese dans l'eau
- Faire la pesée et l'inscrire au tableau
- Discussion pour amener l'élève à constater que la différence des poids n'est pas dû à une variation de la masse de l'objet mais à la « poussée » du liquide sur lui

B) Notions

1 - Cause de la poussée

Un objet plongé dans un liquide est soumis à des pressions (Voir figure page suivante)



A une même profondeur h dans un liquide , les pressions sont égales et perpendiculaires aux parois des objets (La longueur des flèches représente la valeur de la pression)

La pression augmente quand on s'enfonce dans le liquide ($P = \rho g h$ ou ρ est la masse volumique du liquide , g l'accélération gravitationnelle et h la profondeur)

Les pressions exercées par un liquide sur le dessus et le dessous de l'objet sont différentes , ce qui explique la poussée du liquide sur l'objet

2 - Relation entre la poussée et le poids du liquide déplacé

Obtenir le volume d'un objet par la mesure du volume du liquide déplacé (se servir du vase à trop plein)

Peser ce liquide déplacé et inscrire le poids au tableau

Constater la relation entre les deux mesures (volume et poids)

3- Enoncé du principe d'Archimède

« Tout corps plongé dans un liquide subit une poussée du bas vers le haut égale au poids du liquide déplacé »

N B Pour un corps flottant , la poussée est égale à son poids

4 - Applications

a) Automobile

- Flotteur dans un carburateur (contrôle l'arrivée d'essence dans le carburateur).

- Jauge à essence (flotteur lié à un système électronique)

b) Navigation

- Navire en acier (Un navire en acier peut flotter parce qu'il déplace un volume d'eau dont le poids est égal à son propre poids)

- Sous-marin (le volume du navire étant constant , on fait varier son poids pour qu'il flotte ou " coule ")

Notions à retenir

1 - Un objet déplace un volume de liquide égal à son propre volume lorsqu il est complètement submergé

2 - La pression à l'intérieur d'un liquide est la même dans toute les directions pour une profondeur donnée.

3 - La poussée exercée sur un corps dans un liquide est égale au poids du liquide déplacé par ce corps

4 - Un objet flotte parce que le poids du liquide déplacé est égal au poids de l'objet

Cours 11 (résumé)

Le principe d'Archimède

Un objet plongé dans un liquide est soumis à des pressions. A une même profondeur dans un liquide, les pressions sont égales et perpendiculaires aux parois des objets.

La pression augmente quand on s'enfonce dans un liquide. $P = \rho g h$ où ρ est la masse volumique du liquide, g l'accélération gravitationnelle et h la profondeur.

Un objet plongé dans un liquide déplace une quantité de ce liquide égale à son propre volume. Le poids du liquide déplacé est égal à la poussée que reçoit cet objet. Cette constatation fut réalisée par Archimède.

Archimède est né à Syracuse en Sicile en 287 avant Jésus-Christ. C'est un des plus illustres savants de son époque.

Le roi Hiéron II de Syracuse avait remis à un orfèvre une certaine quantité d'or pour lui fabriquer une couronne. Une fois la couronne terminée, le roi soupçonna l'orfèvre d'avoir substitué une quantité d'argent à l'or pour augmenter ses bénifices. Il s'adressa à Archimède pour vérifier ses soupçons.

Archimède chercha longtemps. La réponse lui vint un jour au moment de prendre son bain. Il s'aperçut que l'eau s'élevait quand il entrait dans la « baignoire » et que le surplus en sortait. Il venait donc de trouver un moyen de calculer le volume de n'importe lequel objet, même aux formes bizarres. En connaissant la densité de l'or, il pu ainsi comparer cette valeur à celle qu'il obtint en divisant la masse de la couronne par son volume.
densité = masse / volume. L'histoire nous dit que le roi s'était fait duper.

Notions à retenir

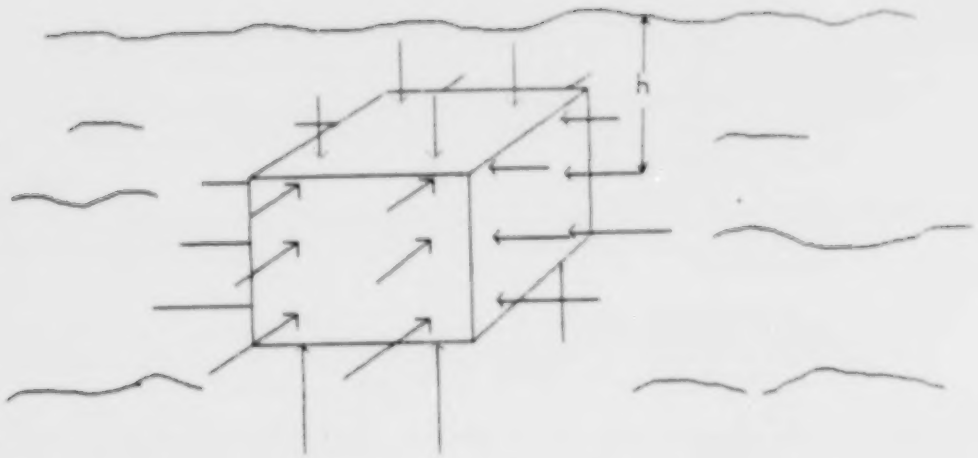
1 - Un objet déplace un volume de liquide égal à son propre volume lorsqu'il est complètement submergé.

2 - La pression à l'intérieur d'un liquide est la même dans toute les directions pour une profondeur donnée et augmente au fur et à mesure que l'on s'enfonce dans le liquide.

3 - La poussée exercée sur un corps dans un liquide est égale au poids du liquide déplacé.

4 - Un objet flotte parce que le poids du liquide déplacé est égal au poids de l'objet.

Voir la figure page suivante



Les flèches représentent la grandeur et la direction de la pression (force / unité de surface)

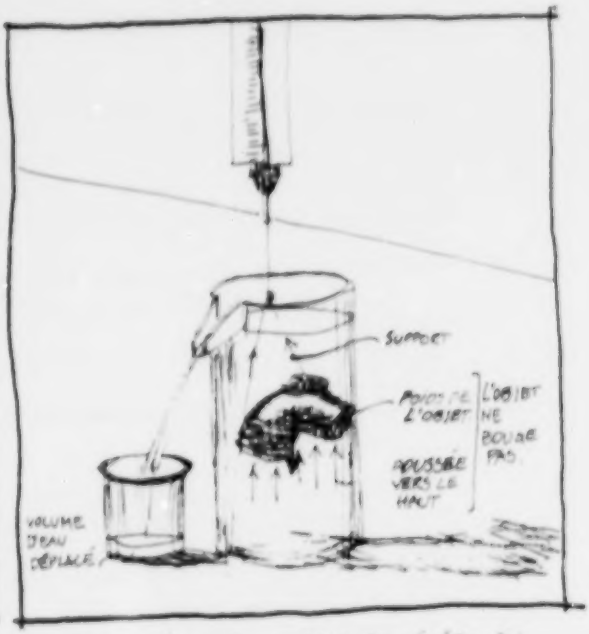
A une même profondeur la pression est la même (flèches de même longueur)

La seule différence nette de pression entre les faces du cube est celle entre les faces supérieure et inférieure (Toutes les autres flèches s'annulent mutuellement) Cette différence de pression constitue la poussée

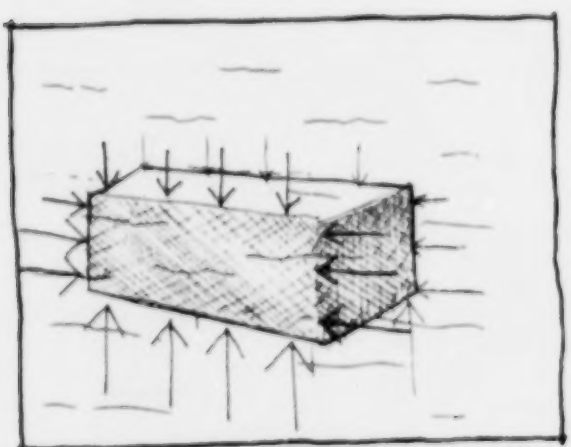
Corps flottant : poussée = poids du corps
Corps non-flottant : poussée plus petite que le poids du corps

COURS 11: LE PRINCIPE D'ARCHIMÈDE

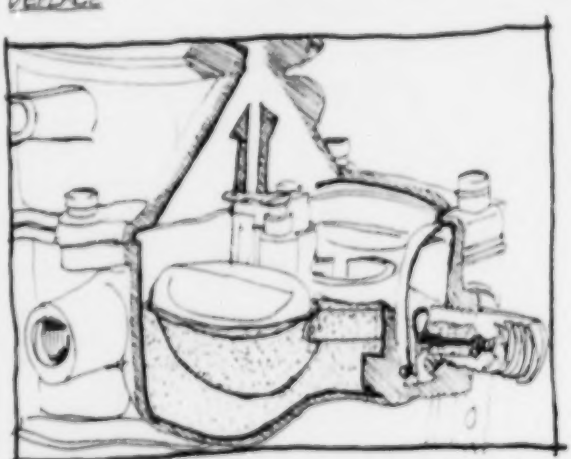
IL Y A MAINTENANT PLUS DE 2200 ANS, ARCHIMÈDE ALORS QU'IL ENTRAIT DANS SON BAIN, S'APERÇUT QUE L'EAU DÉBORDAIT ET TOMBAIT SUR LE PLANCHER. IL EUT ALORS UNE IDÉE LUMINEUSE.



EN FAIT, IL DÉCOUVRIT UN PRINCIPE GÉNÉRAL QUI EXPLIQUE POURQUOI LES OBJETS FLOTTENT: "TOUT CORPS PLONGÉ DANS UN LIQUIDE REÇOIT UNE POUSSÉE VERS LE HAUT ÉGALE AU POIDS DU VOLUME DE LIQUIDE DÉPLACÉ."



MAIS, POURQUOI CETTE POUSSÉE VERS LE HAUT? L'ON SAIT QUE LA PRESSION DE L'EAU AUGMENTE AVEC LA PROFONDEUR. DE PLUS, À UNE PROFONDEUR DONNÉE, LES FORCES SONT ÉGALES DANS TOUTES LES DIRECTIONS. ALORS, PUISQUE LA FORCE SOUS L'OBJET EST PLUS GRANDE QUE LA FORCE SUR L'OBJET, LA RÉSULTANTE EST UNE POUSSÉE VERS LE HAUT.



C'EST DONC GRÂCE À CE PHÉNOMÈNE QUE LES FLOTTEURS DANS UN CARBURATEUR PEUVENT FLOTTER.

Cours 12

Titre : Principe de Pascal

Objectif général : Acquérir les notions nécessaires à la compréhension du principe de Pascal.

Objectifs spécifiques : L'élève sera en mesure de :

1 - réaliser que la transmission intégrale des pressions dans un liquide est due à l'incompressibilité de ce dernier.

2 - décrire comment le liquide dans un système clos peut multiplier les forces.

3 - décrire succintement le fonctionnement du monte-automobile et des freins hydrauliques.

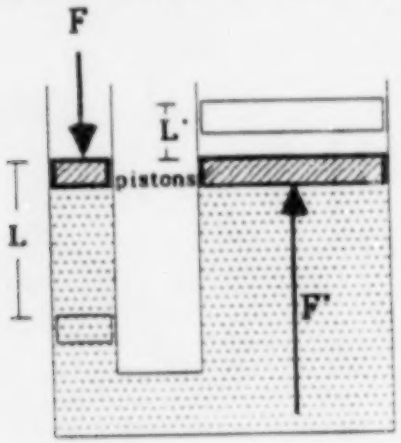
4 - citer le principe de Pascal.

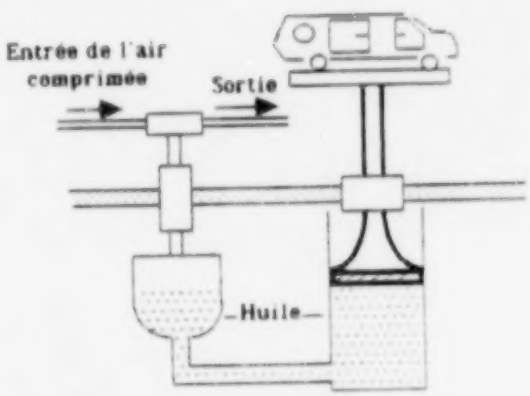
Liste du matériel : Acétates : monte-automobile hydraulique et système de freins d'une automobile.

Notions

A) Introduction

Acétate du monte-automobile hydraulique





$F' \gg F$ et $L' \ll L$

Composantes Vases communicants
Huile
Pistons
Air comprimé

Fonctionnement : L'air comprimé fait descendre l'huile dans le réservoir de gauche, celle-ci monte dans le réservoir de droite.

B) Notions

1 - Quelle est la propriété des liquides qui rend possible le fonctionnement du monte-automobile hydraulique ?

« Les liquides sont (pratiquement) incompressibles, ils transmettent les pressions intégralement »

2 - La pression est la même en tout point du liquide et sur les parois des contenants.

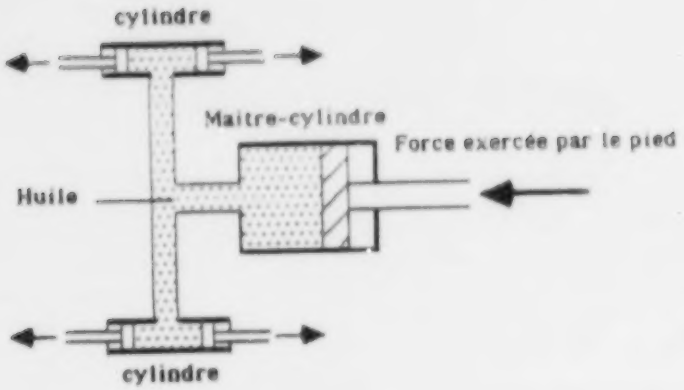
De ceci découle que comme la pression est la même partout, en tout point d'un système fermé (voir la figure de gauche dans l'introduction) alors $P = F/S$ et $P' = F'/S'$ avec $P = P'$ et où S et S' sont les surfaces respectives de chacun des pistons. Donc $F/S = F'/S'$, ceci implique qu'une petite force (F) peut être multipliée plusieurs fois si la surface S' est plus grande que S $F' = F (S'/S)$

3 - Enoncé du principe de Pascal

« Toute pression, exercée sur un liquide dans un système fermé est transmise intégralement à toutes les portions du liquide »

C) Applications diverses

Outre le monte-automobile présenté plus tôt, le système de freins hydrauliques est un autre exemple d'application du principe de Pascal. Son fonctionnement est simple : la poussée sur la pédale de frein augmente la pression dans le maître cylindre, cette pression est transmise intégralement par l'huile au niveau des dispositifs de freinage pour chacune des roues.
(voir figure page suivante)



freins hydrauliques

notions à retenir

1 - Les liquides sont incompressibles
2 - Les liquides transmettent les pressions intégralement
3 - La pression est la même en tout point du liquide et sur les parois des contenants
4- Principe de Pascal : « Toute pression , exercée sur un liquide dans un systeme fermé est transmise intégralement à toutes les portions du liquide

Cours 12 (résumé)

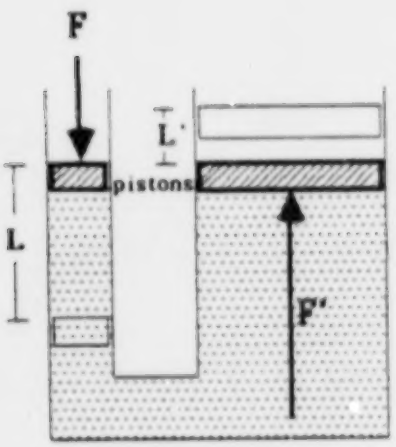
Principe de Pascal

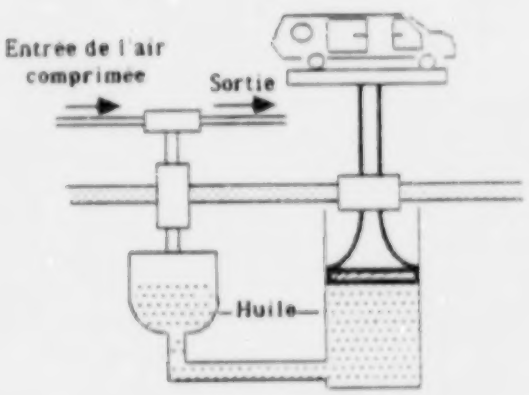
Pascal , Blaise (1623 - 1662) Mathématicien et philosophe Français , ses ouvrages sur les fluides et la transmission des pressions à l'intérieur de ceux-ci sont célèbres.

Le principe de Pascal repose sur le fait que les liquides sont incompressibles et par le fait même ils transmettent intégralement les pressions . Le système de freinage hydraulique d'une automobile et les presses hydrauliques sont de bons exemples du principe de Pascal .

Notions à retenir

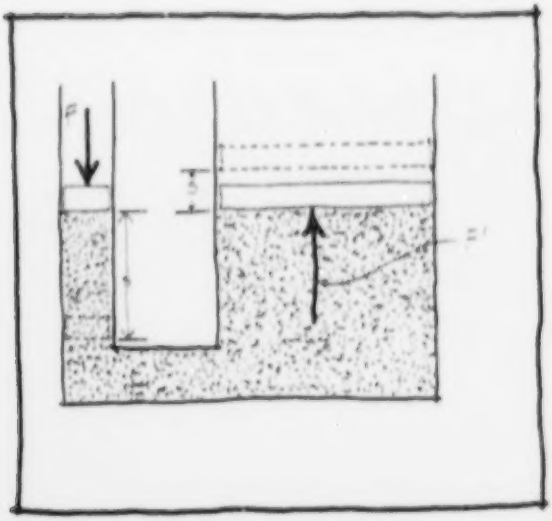
1 - Les liquides sont incompressibles
2 - Les liquides transmettent les pressons intégralement
3 - La pression est la même en tout point du liquide et sur les parois des contenants. De ceci découle que $F/S = F'/S'$ ou S et S' sont les surfaces des pistons de la figure de gauche ci-dessous , illustrant le principe de fonctionnement du monte-automobile . On voit donc qu'il est possible de lever de lourdes charges avec une très petite force si S' est beaucoup plus grand que S : $F' = F (S'/S)$
4 - Principe de Pascal : « Toute pression , exercée sur un liquide dans un système fermé est transmise intégralement à toutes les portions du liquide .





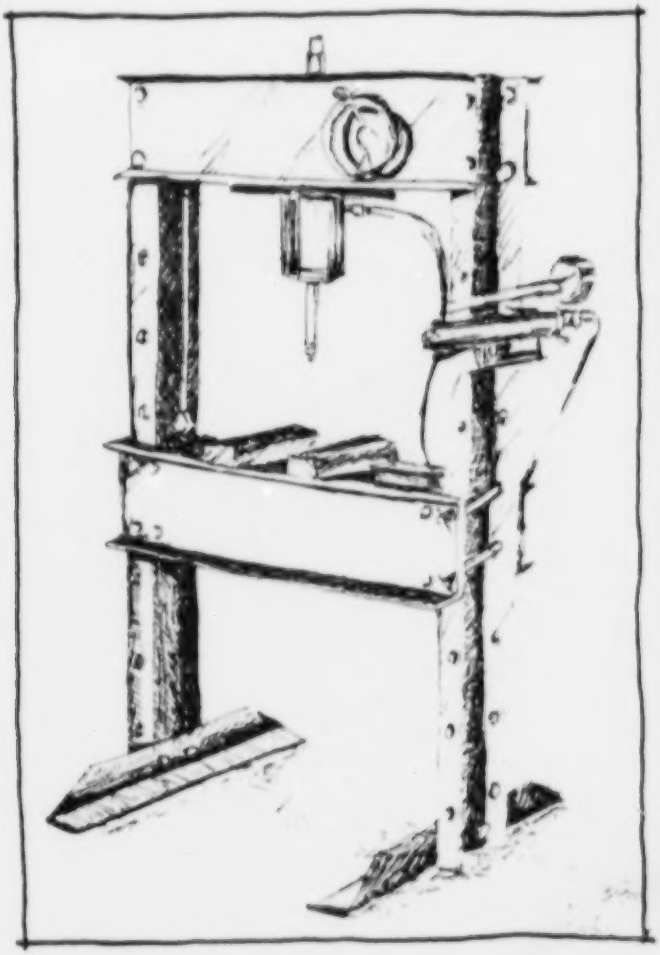
$F' \gg F$ et $L' \ll L$

COURS 12: LE PRINCIPE DE PASCAL

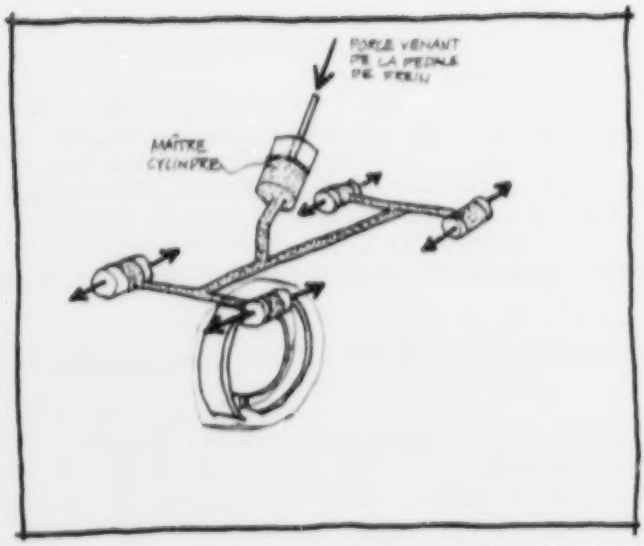


SCHEMA DE FONCTIONNEMENT D'UNE PRESSE HYDRAULIQUE

1) LES PRESSIONS EXERCÉES EN UN POINT QUELCONQUE DE LA SURFACE SE TRANSMETTENT INTÉGRALEMENT A TOUS LES POINTS DU FLUIDE OU DE LA PAROI. LES FORCES F & F', QUI AGISSENT SUR LES DEUX PISTONS, SONT DIRECTEMENT PROPORTIONNELLES AUX SECTIONS DES PISTONS.



LA PRESSE HYDRAULIQUE PEUT ÊTRE UTILISÉE POUR EXERCER DE TRÈS GRANDES PRESSIONS GRÂCE AU PRINCIPE DE PASCAL, ENONCÉ PLUS HAUT ON PEUT MULTIPLIER UNE FORCE QUI EST TRANSMISE PAR LA PRESSION, PAR UN FACTEUR QUI DEPEND DE LA SECTION DES PISTONS



LE PRINCIPE DE PASCAL EST AUSSI APPLICABLE DANS LE SYSTÈME DE FREIN HYDRAULIQUE D'UNE AUTOMOBILE SI LA PRESSION AUGMENTE DANS LE MAÎTRE CYLINDRE EN APPUYANT SUR LA PEDALE DE FREIN, LA PRESSION AUGMENTE D'UNE QUANTITÉ ÉGALE, À CHAQUE PISTON DU SYSTÈME HYDRAULIQUE.

Cours 13

Titre : Moment d'une force , levier

Objectif général : Rendre l'étudiant capable de comprendre la définition et l'effet du moment d'une force .

Objectifs spécifiques : L'élève sera en mesure de :

1 - définir et calculer le moment d'une force par rapport à un point d'appui

2 - expliquer les termes se rapportant au levier : axe de rotation (point d'appui) , effort (force motrice) , résistance (force résistante) , bras de levier

3 - réaliser que les leviers peuvent modifier la grandeur des forces mais non les travaux en cause

4 - réaliser que les engrenages produisent les mêmes effets que les leviers

Liste du matériel : Tige de bois , point d'appui triangulaire , poids , acétates démarreur d'automobile et bicyclette .

Contenu

A) Introduction

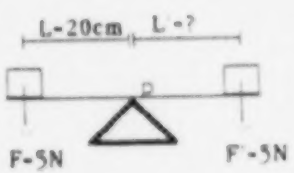
Les leviers sont connus depuis l'Antiquité , ils font partie des cinq « machines » élémentaires déjà connues depuis les anciens Grecs : le levier , la roue , la poulie , le plan incliné ou le coin et la vis

Au moyen de l'acétate décrire d'abord la pince à linge puis faire l'analyse du fonctionnement du mécanisme relatif aux vitesses d'une bicyclette . Voir comment la grandeur des forces est modifiée par ces mécanismes . Observer que pour ces mécanismes on a toujours un point d'appui (axe de rotation) des forces agissantes et des forces résistantes .

B) Notions

1 - Moment d'une force

Faire une démonstration avec la tige de bois reposant sur un point d'appui P



Questions :

- A quelle distance de P doit-on placer le poids de 5 N pour avoir l'équilibre ?
- Si le poids à droite est de 10 N , où doit-on le placer ?

On en déduit : $F \cdot L = F' \cdot L'$

Le produit de la force par sa distance au point d'appui est appelé <u>moment</u> de cette force par rapport au point d'appui.

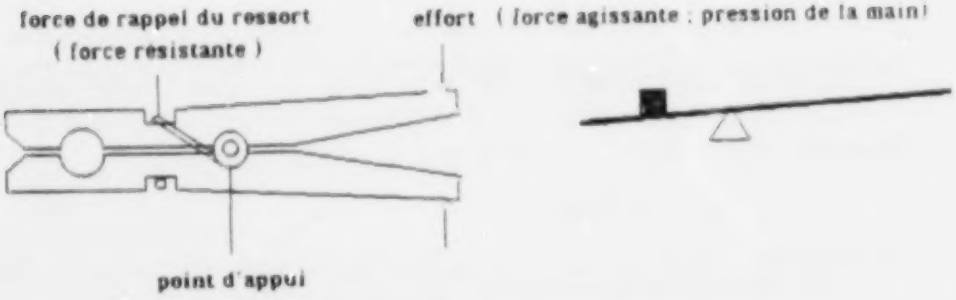
Dans certains cas , la force est simplement le poids de l'objet lui-même (exemple ci-haut).

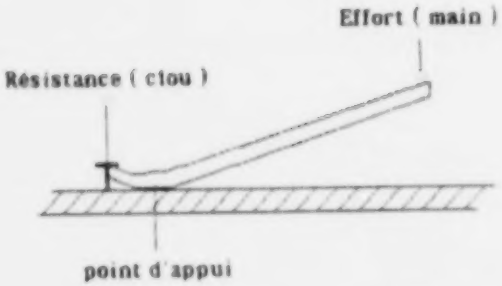
2 - <u>Levier</u>

2.1 - <u>définition</u>

Un levier est une tige rigide qui est mobile autour d'un axe. Cette tige est soumise à deux forces : la force motrice ou effort et la force résistante ou résistance.

exemples : pince à linge , arrache-clou



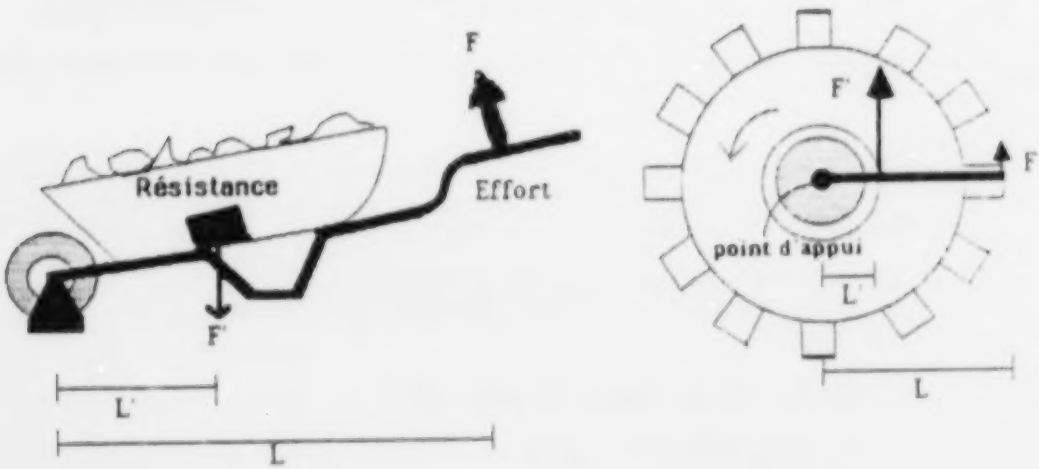


2.2 - Travail

Dans ces exemples, on voit qu'un grand déplacement est toujours accompagné d'un plus petit. Or, nous avons vu au cours 7 qu'il y a conservation du travail dans pareil cas, donc la force transmise au bout de l'arrache-clou par exemple est beaucoup plus grande que celle qu'exerce la main de l'utilisateur, c'est un levier.

3 - Equivalence engrenage-levier

Une roue dentée est aussi un exemple de levier:



La force F constitue l'effort. Comme F' L' = F L et L' < L ceci implique que F' > F.

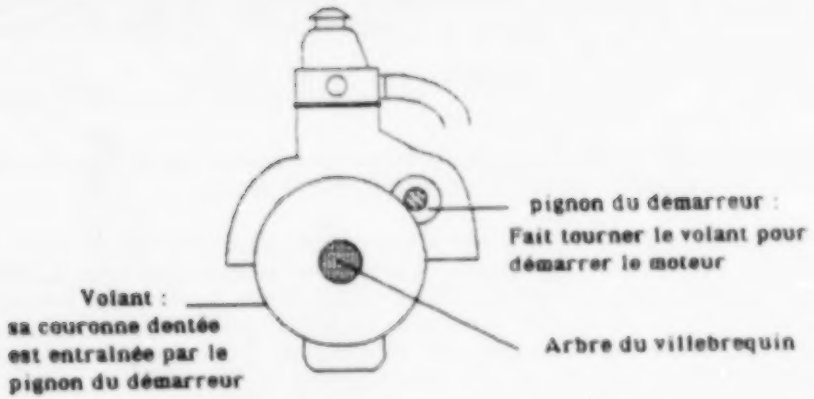
Exemple: Si F = 200N, L = 0,25 m et L' = 0,05 m, quel est F' ?

F' = F (L/L') = 1000N

La multiplication de la force F est dans le rapport des rayons L et L'. On voit donc qu'une roue tournant autour d'un axe constitue un levier.

4 - Applications dans l'automobile

a) Démarreur



Vue arrière

Ici , l'effort exercé sur le pourtour du volant est fourni par le petit engrenage du démarreur Le moment de force F L transmis à l'arbre du villebrequin sert à vaincre la compression des pistons dans les cylindres pour le faire démarrer

b) système de direction

<u>Notions à retenir</u>

1 - Le produit d'une force par la distance au point d'appui est appelé moment (ou couple)
2 - Les moments de forces trouvent leurs applications dans les leviers
3 - Les leviers multiplient les forces mais conservent le travail
4- Les engrenages constituent un cas particulier de leviers ou chacun des engrenages peut être représenté par un levier

Cours 13 (résumé)

Moment d'une force , levier

Le moment d'une force est simplement le produit entre une force et la distance du point d'application de cette force au point d'appui

Le conçept de moment de force trouve son application dans les leviers Ceux ci sont connus depuis l'Antiquité , ils font partie des cinq «machines» élémentaires connues depuis les anciens Grecs : la roue , la poulie , le plan incliné ou coin , le levier et la vis . Les leviers sont très nombreux dans une automobile par exemple , car ils peuvent selon le cas : multiplier une force (système de direction) , transformer un mouvement alternatif en mouvement circulaire (villebrequin) ou inversement , échelonner les vitesses que le véhicule peut atteindre (transmission)

Notions à retenir

1 - Le produit d'une force par la distance au point d'appui est appelé moment (ou couple)

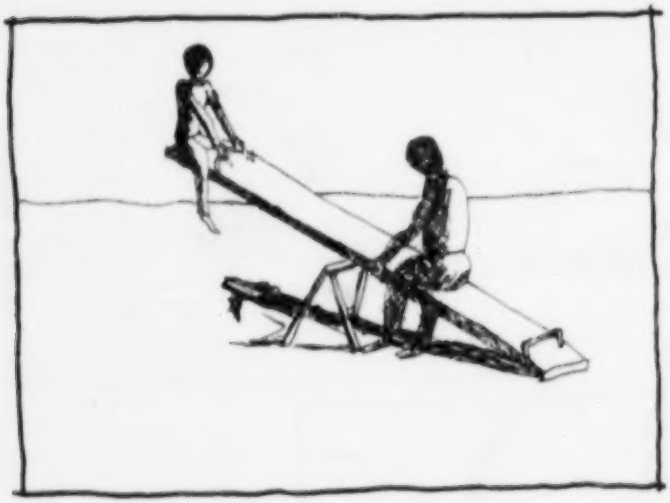
2 - Les moments de forces trouvent leurs applications dans les leviers

3 - Les leviers multiplient les forces mais conservent le travail

4 - Les engrenages constituent un cas particulier de leviers ou chacun des engrenages peut être représenté par un levier

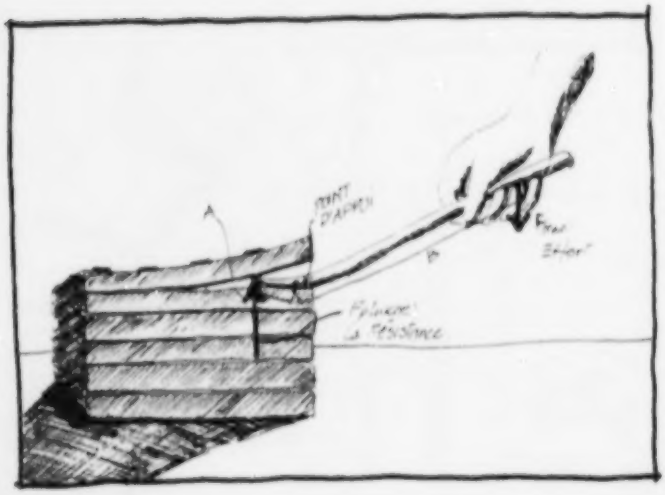
COURS 13: LEVIERS

LES LEVIERS SONT UTILISÉS DANS LA VIE DE TOUS LES JOURS LE PRINCIPE EST SIMPLE EN UTILISANT UN LEVIER ET EN SE PLAÇANT LOIN DE L'APPUI ON PEUT SOULEVER DE LOURDES CHARGES EN FORÇANT MOINS



PRENONS PAR EXEMPLE LES "BALANCOIRES À DEUX" SUR LESQUELLES NOUS JOUIONS ÉTANT PETITS SI QUELQU'UN DE TRÈS PETIT SE BALANCE AVEC QUELQU'UN DE PLUS PESANT CETTE PERSONNE DEVRA S'AVANCER SINON LE PLUS PETIT NE SERA JAMAIS CAPABLE D'ÉQUILIBRE SON POIDS

LE PRINCIPE DU LEVIER

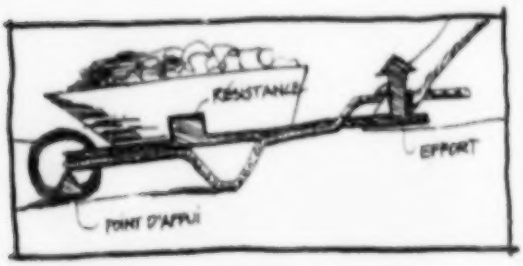


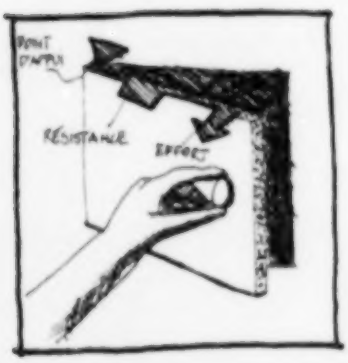
NOUS AVONS VU QUE LE TRAVAIL D'UNE FORCE EST LE PRODUIT DE CETTE FORCE ET DU DÉPLACEMENT ET DE TRAVAIL ON PEUT EXPLIQUER LE FONCTIONNEMENT DU LEVIER À L'AIDE DE CE PHÉNOMÈNE LE TRAVAIL PRODUIT PAR LA MAIN ÉGAL LE TRAVAIL NÉCESSAIRE POUR DÉPLACER LA PLANCHE

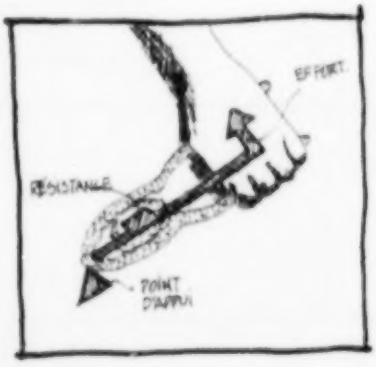
EN UTILISANT LE LEVIER ON PEUT ÉCHANGER UNE PETITE FORCE AGISSANT À TRAVERS UNE GRANDE DISTANCE, CONTRE UNE GRANDE FORCE AGISSANT À TRAVERS UNE PETITE DISTANCE OU VICE VERSA

AUTRES TYPES DE LEVIERS

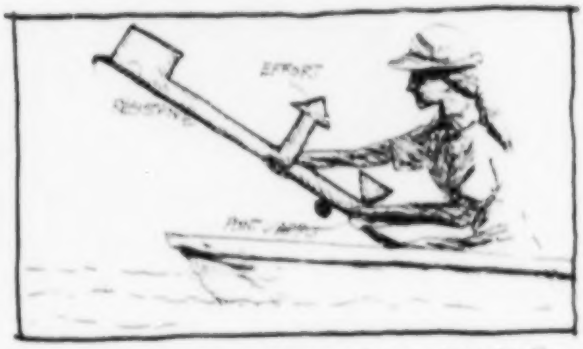
LES LEVIERS QUE NOUS AVONS VUS JUSQU'À MAINTENANT AVAIENT LEURS POINTS D'APPUI ENTRE LES POINTS D'APPLICATION DES FORCES (LA RÉSISTANCE ET L'EFFORT). VOYONS MAINTENANT COMMENT FONCTIONNENT D'AUTRES TYPES DE LEVIERS.



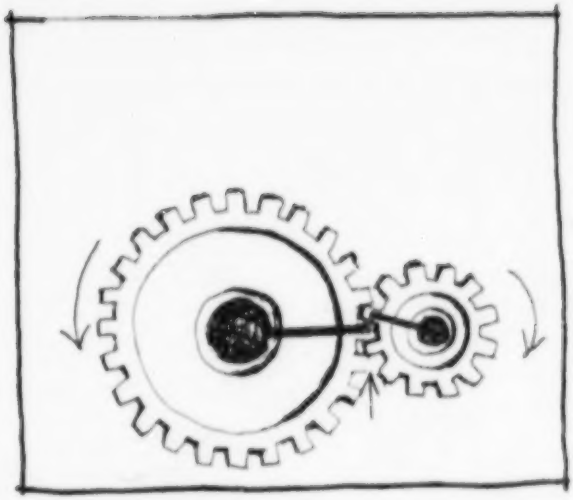




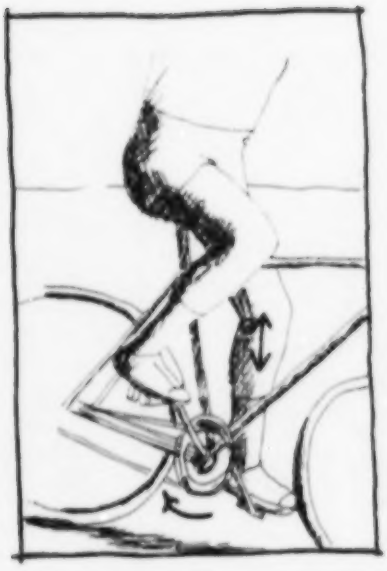
DANS LES TROIS EXEMPLES LA RÉSISTANCE EST SITUÉE ENTRE LE POINT D'APPUI ET LE POINT D'APPLICATION DE L'EFFORT.

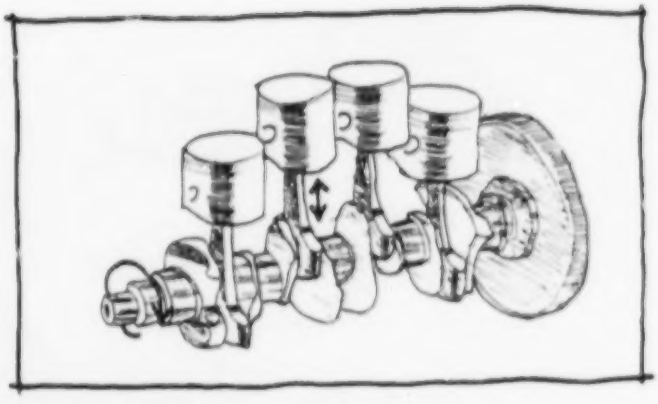


PRÉSENTEMENT LES DÉJOUCEURS EXEMPLES SONT DES LEVIERS DES LEVIERS POUR LESQUELS L'EFFORT EST SITUÉ ENTRE LE POINT D'APPUI ET LA RÉSISTANCE.



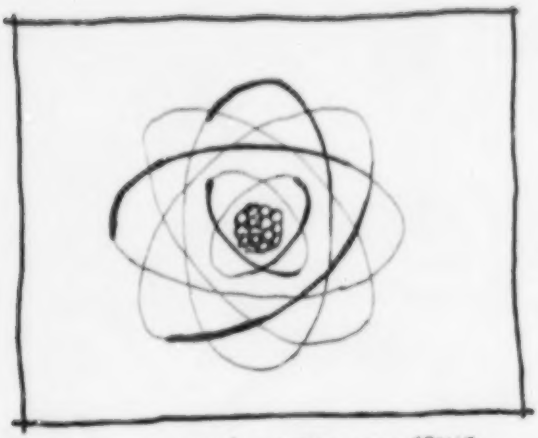
AVEC UN LEVIER, EN EXERÇANT UNE FAIBLE FORCE SUR UNE GRANDE DISTANCE, ON PEUT SOULEVER UN POIDS ÉLEVÉ SUR UNE COURTE DISTANCE, ET INVERSEMENT. LES ENGRENAGES SE COMPORTENT COMME UNE SÉRIE DE LEVIERS. LE PETIT ENGRENAGE EN ENTRAÎNE UN PLUS GROS, LE FAIT TOURNER MOINS VITE, MAIS LUI DONNE UN COUPLE PLUS ÉLEVÉ.





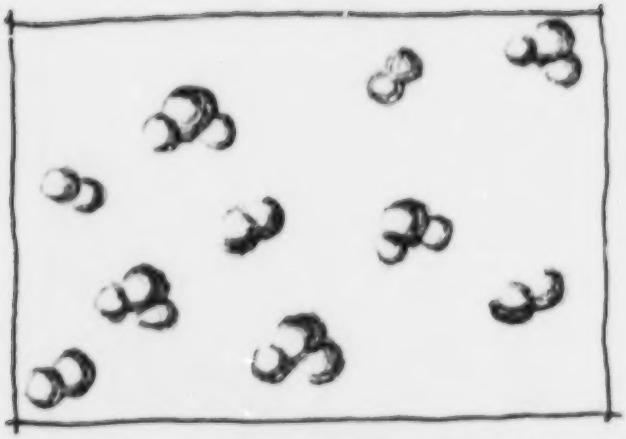
LE VILEBREQUIN TRANSFORME UN MOUVEMENT ALTERNATIF EN MOUVEMENT CIRCULAIRE, DE LA MÊME FAÇON QUE LE PÉDALIER D'UNE BICYCLETTE TRANSFORME LE MOUVEMENT DES JAMBES DU CYCLISTE

COURS 1 : L'ATOME



REPRÉSENTATION D'UN ATOME DE CARBONE, SELON LE MODÈLE DE BOHR.

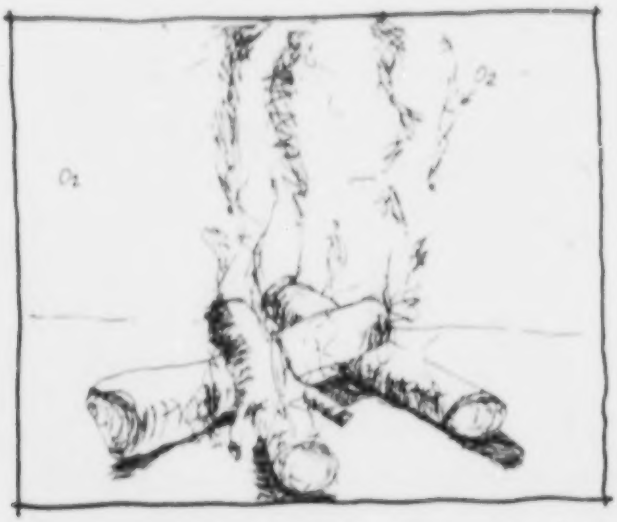
SI ON DIVISAIT UN MORCEAU DE CUIVRE EN PARTIES DE PLUS EN PLUS PETITES, ON FINIRAIT PAR OBTENIR UN ATOME DE CUIVRE.



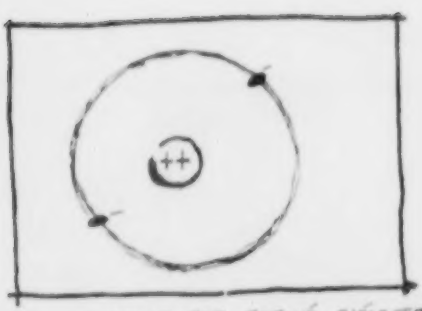
DESSUS DES ATOMES S'ASSOCIENT ENTRE EUX.
ILS FORMENT DES MOLÉCULES

LES MOLÉCULES S'ASSOCIENT POUR FORMER L'IMMENSE
DIVERSITÉ D'OBJETS QUE L'ON RETROUVE SUR TERRE

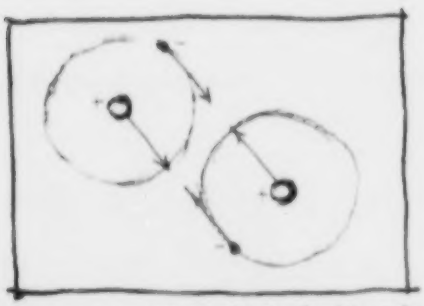
COURS 2 : COMBUSTION



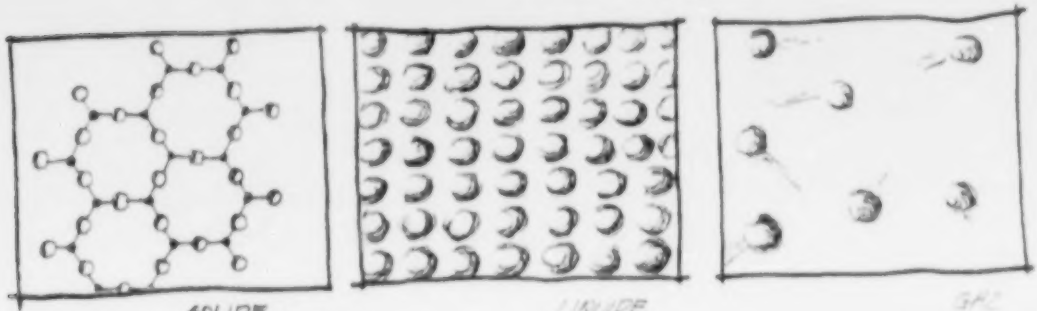
LA COMBUSTION, C'EST UNE RÉACTION CHIMIQUE QUI FAIT INTERVENIR DE L'OXYGÈNE (O_2)



L'ATOME EST FORMÉ D'ÉLECTRONS TOURNANT AUTOUR DU NOYAU



SI L'ON RAPPROCHE DEUX OU PLUSIEURS ATOMES LORS D'UNE RÉACTION CHIMIQUE, ILS PEUVENT SE LIER ET FORMER UNE MOLÉCULE



SOLIDE (CRISTAL)

LIQUIDE

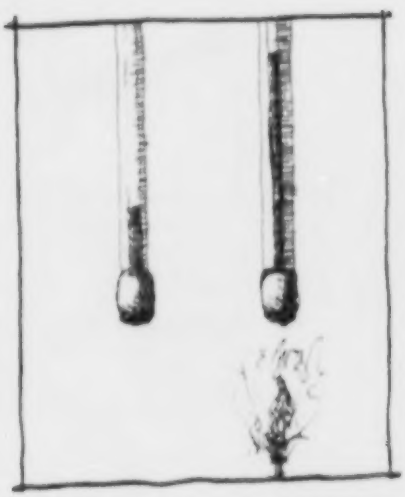
GAZ

PLUS LE MOUVEMENT DES ATOMES OU DES MOLÉCULES D'UN CORPS EST RAPIDE, PLUS SA TEMPÉRATURE EST ÉLEVÉE

COURS 3: CHALEUR ET DILATATION

LE FROTTEMENT DES MAINS DONNE DE LA CHALEUR

FOURNIR DE LA CHALEUR À UN CORPS, C'EST AUGMENTER LE MOUVEMENT DE SES MOLÉCULES OU PROVOQUER UN CHANGEMENT D'ÉTAT: LIQUÉFACTION, VAPORISATION.



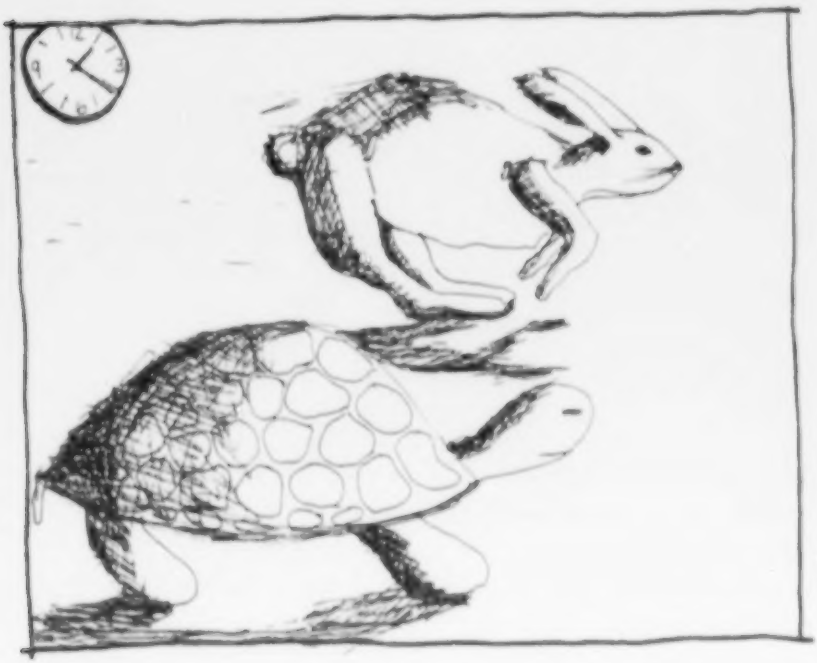
LE MERCURE DANS UN THERMOMÈTRE SE DILATE (PREND PLUS DE PLACE) LORSQU'ON LE CHAUFFE

ON PEUT ALLUMER UN FEU EN FROTTANT UNE BAGUETTE DE BOIS CONTRE UNE PIERRE.

COURS 4 : MOUVEMENT(1)

TOUTES LES PERSONNE ET TOUS LES OBJETS OCCUPENT UNE PLACE DANS L'ESPACE.

QUAND UNE PERSONNE OU UN OBJET CHANGE DE PLACE ON DIT QU'IL EST EN MOUVEMENT.

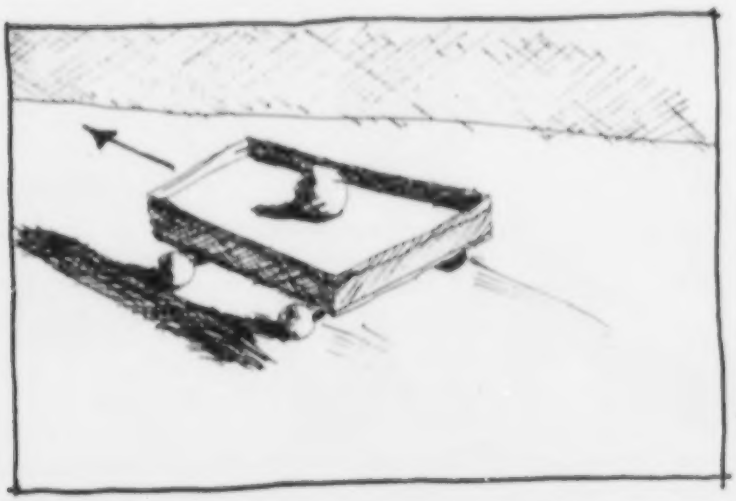


LA RAPIDITÉ DES MOUVEMENTS OU DES DÉPLACEMENTS SE MESURE PAR LA VITESSE.
LA VITESSE TIENT COMPTE DU TEMPS PRIS POUR PARCOURIR UNE CERTAINE DISTANCE. PAR EXEMPLE, SI LA TORTUE PREND 3 HEURES POUR PARCOURIR 3 KILOMÈTRES, SA VITESSE EST

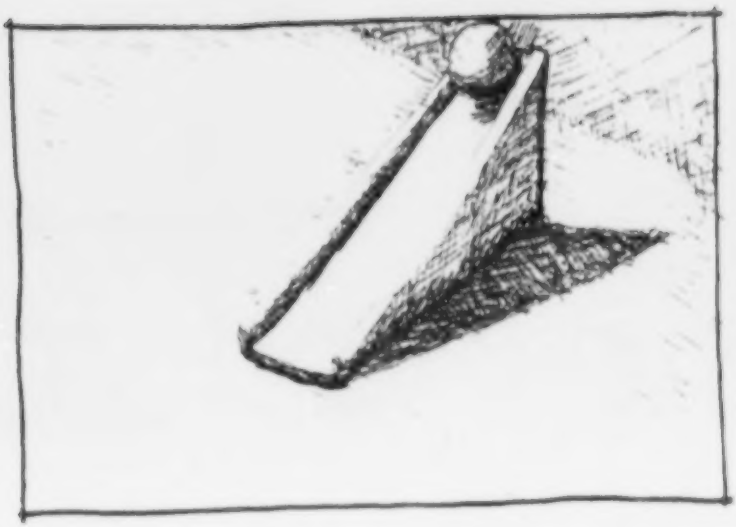
$$\frac{3\ \text{KM}}{3\ \text{HRES}} = 1\ \text{KM/HRE}$$

COURS 5: MOUVEMENT (2)

RAPPEL DU COURS 4



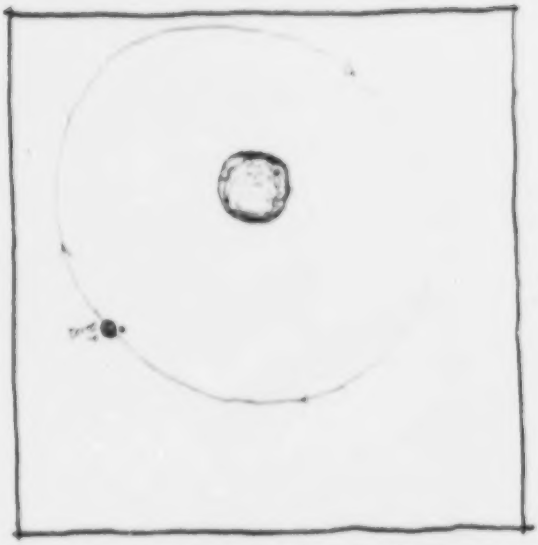
LA BALLE EST ELLE EN MOUVEMENT ?
TOUT DÉPEND DU POINT DE REPÈRE CHOISI
CAR PAR RAPPORT AU CHARIOT ELLE EST IMMOBILE, MAIS PAR RAPPORT A LA TABLE ELLE BOUGE.



SI ON LAISSE ROULER LA BILLE SUR LE PLAN INCLINÉ, SA VITESSE VARIERA-T-ELLE ?
OUI, PUISQU'ELLE ÉTAIT NULLE AU DÉPART
ON DIT QU'UN CORPS POSSÈDE UNE ACCÉLÉRATION LORSQUE SA VITESSE AUGMENTE

COURS 6: L'INERTIE

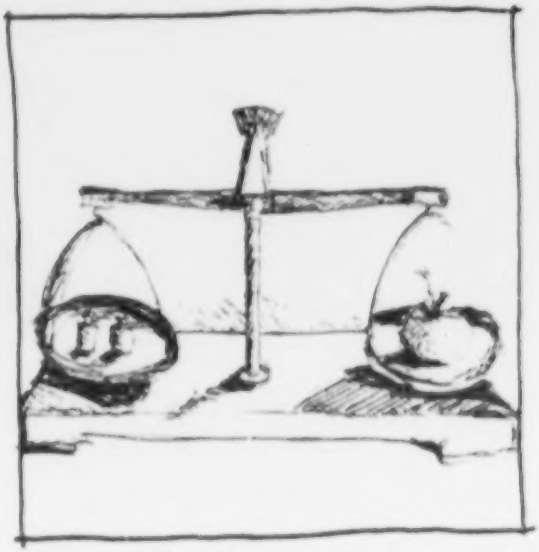
CE LIVRE PEUT IL BOUGER DE LUI-MÊME? DE QUELLE PROPRIÉTÉ DE LA MATIÈRE S'AGIT-IL?



LA TERRE PEUT ELLE S'ARRÊTER D'ELLE MÊME DE TOURNER AUTOUR DU SOLEIL? DE QUELLE PROPRIÉTÉ DE LA MATIÈRE S'AGIT-IL?

N.B ON PEUT DIRE QUE L'INERTIE EST UNE PROPRIÉTÉ DE LA MATIÈRE QUI FAIT QUE TOUT OBJET A TENDANCE A CONSERVER SON ÉTAT DE REPOS OU DE MOUVEMENT

LAQUELLE DE CES DEUX BOULES, DE MÊME MATERIAU A LE PLUS D'INERTIE?



ON PEUT PARLER DE LA MASSE D'UN OBJET POUR INDIQUER SON INERTIE. CETTE MASSE EST MESURÉE À L'AIDE D'UNE BALANCE.

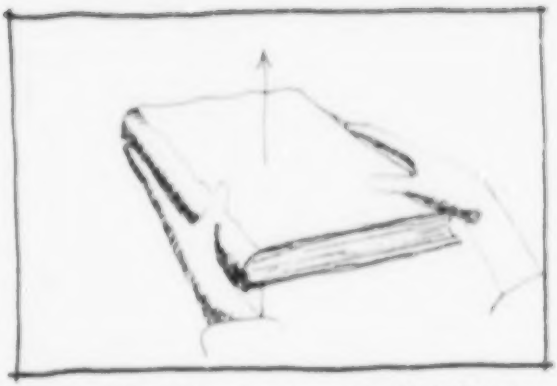
COURS 7: TRAVAIL, ÉNERGIE PUISSANCE.

CET HOMME SOULÈVE CES POIDS SUR UNE DISTANCE DE DEUX MÈTRES. IL PRODUIT DU TRAVAIL

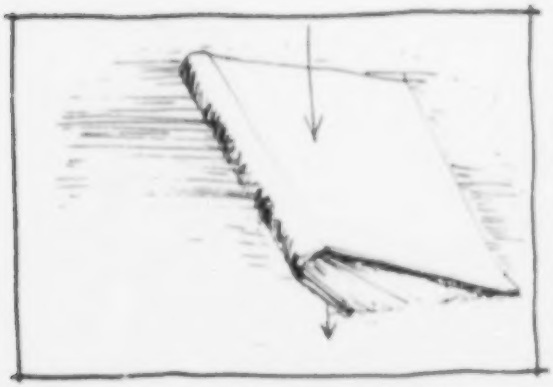
LE JAR DIN POUSSE SUR LE ROCHER MAIS CELUI-CI RESTE IMMOBILE. PRODUIT-IL UN TRAVAIL ?

L'ENERGIE

1) EN MANGEANT, J'ACCUMULE DE L'ENERGIE



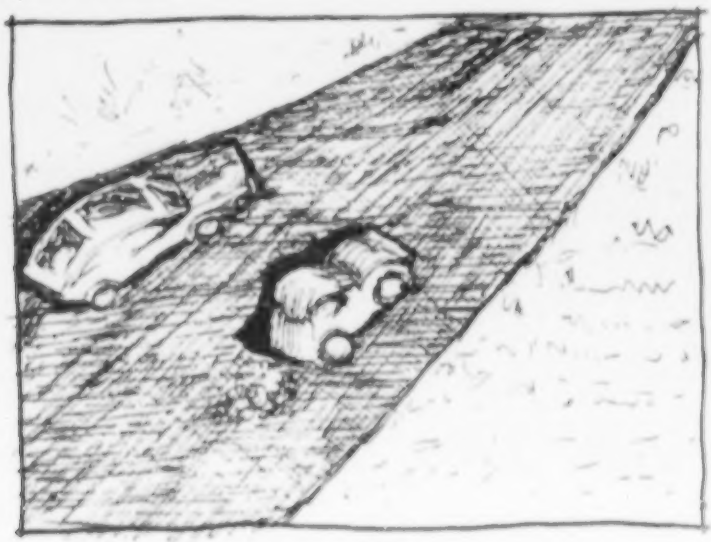
2) AVEC CETTE ENERGIE, JE PEUX PRODUIRE DU TRAVAIL ET SOULEVER CE LIVRE. CELUI-CI GAGNE DE L'ENERGIE POTENTIELLE.



3) SI ON LE LAISSE TOMBER D'UNE CERTAINE HAUTEUR, SON ENERGIE POTENTIELLE ACCUMULÉE SE TRANSFORMERA EN ENERGIE CINÉTIQUE.

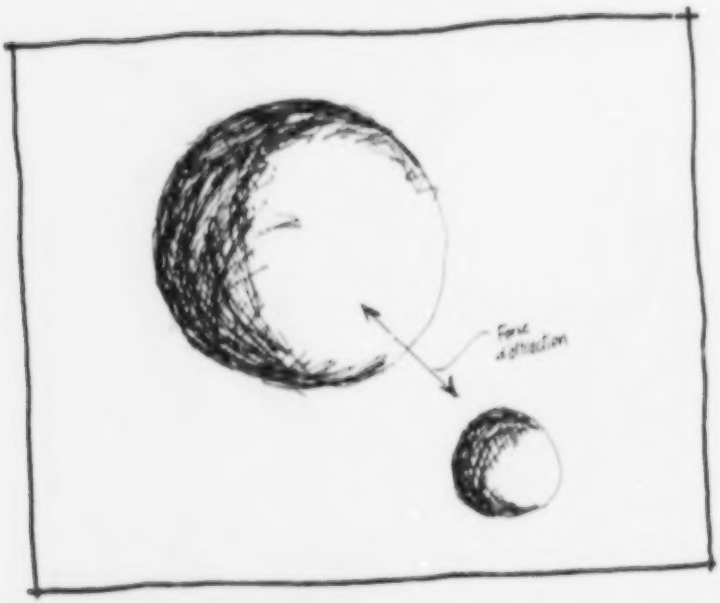
4) EN ARRIVANT À TERRE, LE LIVRE A FAIT DÉPLACER UNE BALLE QUI SE TROUVAIT SUR SON CHEMIN (IL A AUSSI FAIT LEVER UN PEU DE POUSSIÈRES!!!). LE LIVRE A À SON TOUR PRODUIT DU TRAVAIL.

LA PUISSANCE

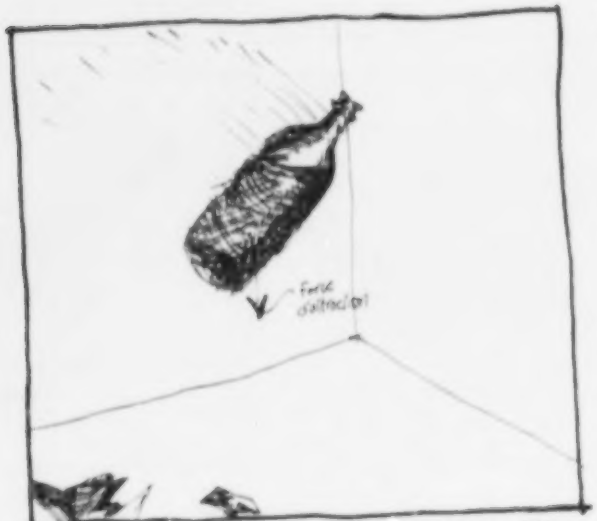


LA PUISSANCE EST LA VITESSE AVEC LAQUELLE UN TRAVAIL EST EFFECTUÉ. PLUS LE TEMPS D'EFFECTUATION EST PETIT, PLUS LE TRAVAIL QU'UN AUTRE OBJET UTILISANT LE MÊME TEMPS. LE PLUS PUISSANT SERA LE PLUS GROS TRAVAIL.

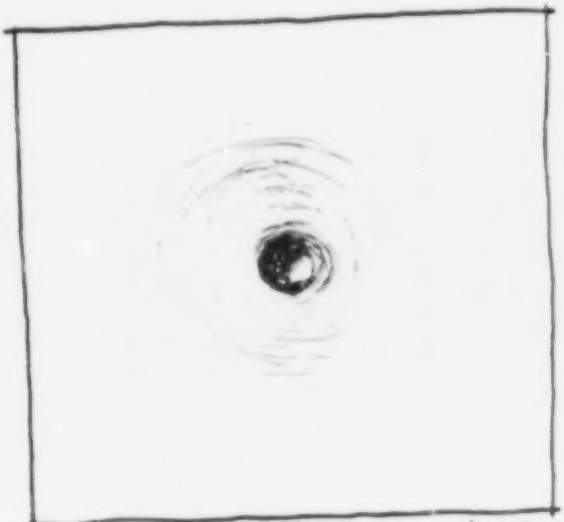
COURS 8: L'ATTRACTION UNIVERSELLE



IL EXISTE UNE FORCE D'ATTRACTION ENTRE TOUTES LES MASSES. TOUS LES CORPS S'ATTIRENT ENTRE EUX. PAR EXEMPLE: LA TERRE ET LA LUNE. CETTE FORCE D'ATTRACTION EST ÉGALE À: $F_g = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$

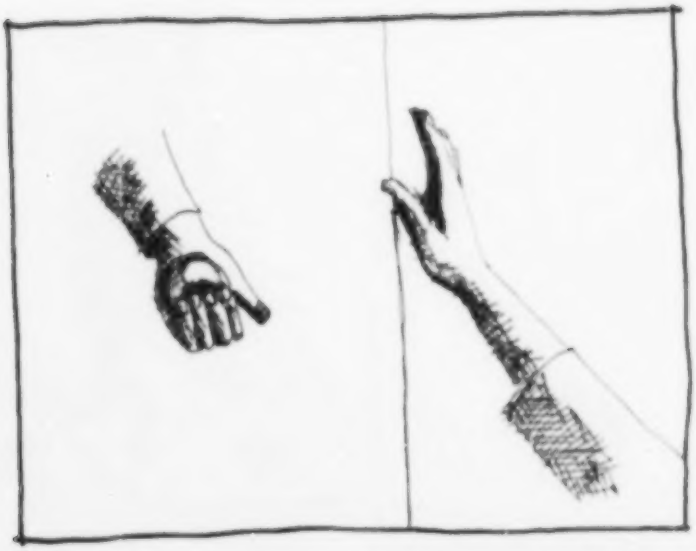


C'EST À CAUSE DE CETTE ATTRACTION QUE TOUS LES OBJETS SONT ATTIRÉS VERS LE PLANCHER LORSQU'ON LES LAISSENT TOMBER

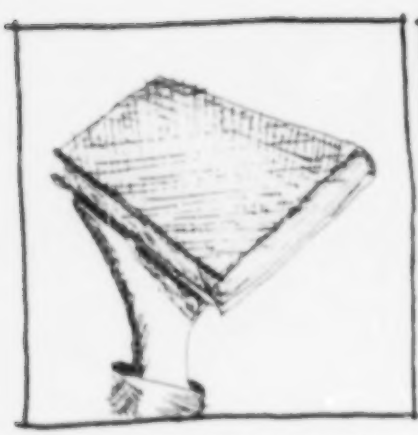


MAIS C'EST AUSSI GRÂCE À CETTE ATTRACTION UNIVERSELLE QUE NOUS POUVONS VIVRE SUR TERRE PUISQUE LA TERRE RETIENT LES GAZ NÉCESSAIRES À LA VIE (L'ATMOSPHÈRE)

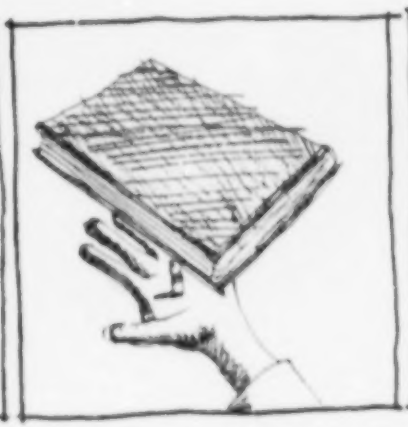
COURS 9 : PRESSION (1)



UNE PRESSION : C'EST L'ACTION DE PRESSER; PESER SUR UN MUR, SERRER AVEC PLUS OU MOINS DE FORCE UNE BALLE DE TENNIS...



JE POSE UN LIVRE DANS MA MAIN. JE SENS QUE LE LIVRE EXERCE UNE PRESSION SUR LA MAIN

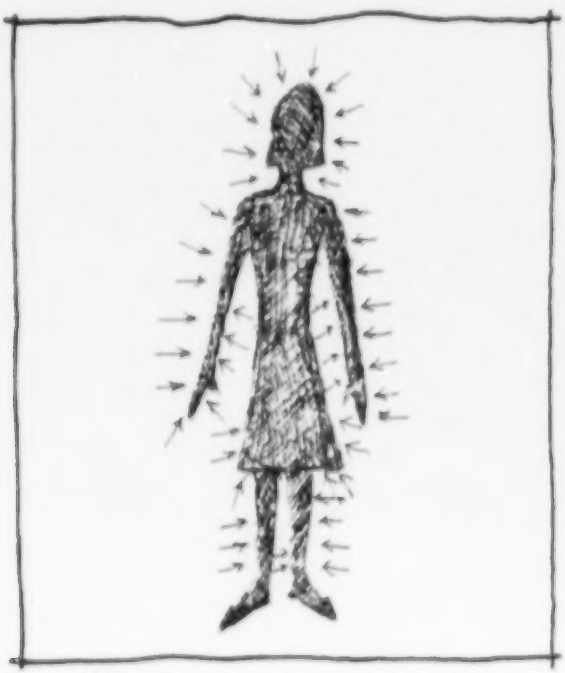


SI JE DEPOSE LE MÊME LIVRE SUR LA POINTE D'UN CRAYON DU CÔTÉ DE LA GOMME À EFFACER, JE SENS QUE LE LIVRE EXERCE UNE PLUS GRANDE PRESSION.

SI JE PLACE LA POINTE DU CRAYON DANS LE CREUX DE MA MAIN, ALORS LE VOLUME DEVIENT INSUPPORTABLE

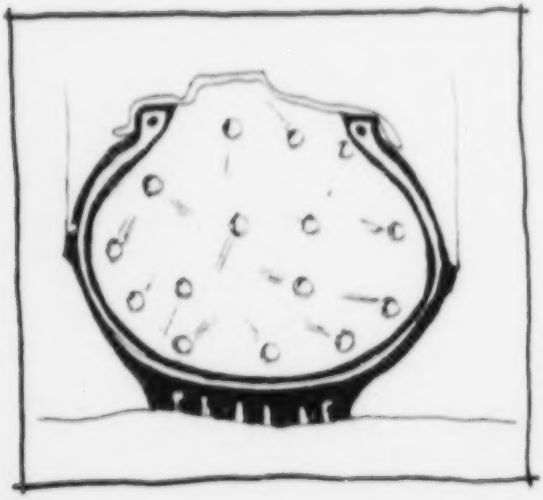
* ON PEUT DIRE QUE PLUS LA SURFACE D'APPUI EST PETITE PLUS LA PRESSION EST GRANDE. "LA PRESSION P EST INVERSEMENT PROPORTIONNELLE À LA SURFACE D'APPUI"

LA MARCHE SUR LA NEIGE MOLLE EST FACILITÉE PAR L'UTILISATION DES RAQUETTES. LES PIEDS SE LE POIDS EST RÉPARTI SUR UNE PLUS GRANDE SURFACE. CHAQUE UNITÉ DE LA SURFACE D'APPUI PORTE UNE FRACTION DU POIDS TOTAL.

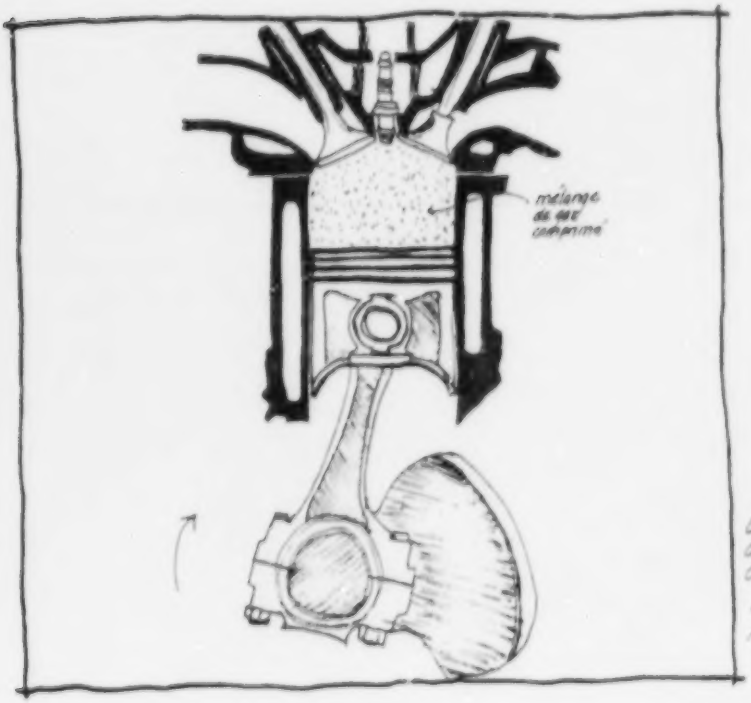


L'AIR QUI NOUS ENTOURE A UN POIDS. CELUI-CI EXERCE UNE PRESSION SUR NOUS. APPELÉE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

COURS 10: PRESSION (2)



VUE EN COUPE D'UN PNEU: LA PRESSION DE L'AIR DANS LES PNEUS N'EST PAS DUE AU POIDS DE L'AIR, COMMENT L'EXPLIQUER? LES MOLÉCULES DE GAZ DONT EN MOUVEMENT ELLES SE FRAPPENT LES UNES LES AUTRES ET ELLES FRAPPENT AUSSI LES PAROIS DE L'ENCEINTE QUI LES CONTIENT LE MARTÈLEMENT AGIT COMME UNE FORCE PRESSANTE SUR LES PAROIS



ON PEUT AUGMENTER LA PRESSION D'UN GAZ DE TROIS FAÇONS. LAQUELLE DE CES FAÇONS EST UTILISÉE LORSQUE LE PISTON SE DÉPLACE VERS LE HAUT PENDANT LA COURSE DE COMPRESSION?

ANNEXE III

Liste du programme: pression hydrostatique

```
10  ' ************ PRESSION HYDROSTATIQUE **************
15 OPTION BASE 1@ NUMER=1
20 FOR ELEVE=1 TO 10
30 T=1 @ DEBUT=TIME  @ TEMPSTOT,REPONSE,CI,DUREE=0 @ LIQUIDE$="*****"
35 FOR J=1 TO 10 @ CX(J),CY(J)=0 @ NEXT J
40 DISP @ DISP "Entrez votre nom et votre prenom selon le format suivant:"
50 DISP @ DISP " TREMBLAY, ANDRE"
60 DISP @ DISP "Ne pas oublier la virgule."
70 INPUT NOM$,PRENOM$
80 CLEAR @ DISP TAB (20);"PRESSION HYDROSTATIQUE"
90 DISP @ DISP
100 DISP "     Ce logiciel a pour but de vous faire decouvrir la loi de variat
n de"
110 DISP "la pression dans un liquide au repos.  Nous vous fournissons du mate
el"
120 DISP "simule avec lequel vous pouvez imaginer des experiences, les diriger
 et "
130 DISP "en analyser les resultats."
140 DISP @ DISP @ DISP "Appuyer 'ENDLINE' pour continuer"!@ INPUT D$@ CLEAR
150 DISP TAB (23);"LISTE DU MATERIEL"
160 DISP @ DISP "1- Un bassin ouvert a l'atmosphere pouvant contenir du liquid
" @ DISP
170 DISP "2- Une regle graduee en metre pour mesurer selon l'horizontal (X)."
180 DISP @ DISP "3- Une regle graduee en metre pour mesurer la profondeur a pa
ir de la"
190 DISP "surface du liquide i.e. selon Y." @ DISP
200 DISP "4- Differents liquides dont on donnera la liste plus loin." @ DISP
210 DISP "5- Un manometre que l'on peut deplacer dans le liquide au meme en de
rs de"
220 DISP "celui-ci et qui donne la pression exacte en kPa."
230 DISP @ DISP "Appuyer 'ENDLINE' pour continuer"!@ INPUT D$@ CLEAR
240 GOSUB MEMOIRE
250 GOSUB EXPERIENCE
260 ALPHA @ DISP "Dans l'experience que tu viens de faire, as-tu constate"
270 DISP "des changements dans la pression? (o/n)"
280 INPUT A$@ AX=NUM (A$)
290 IF AX=79 OR AX=111 THEN GOTO 310
300 IF AX=78 OR AX=110 THEN DISP "Refais l'experience en observant ce qui cau
les variations de pression" @ WAIT 4000 @ GOSUB EXPERIENCE
310 ALPHA @ DISP "Combien as-tu constate de facteurs qui influencent la pressi
?"
320 INPUT REPONSE
330 IF REPONSE=2 THEN DISP "Tu as raison." @ GOTO 350
340 IF REPONSE#2 THEN DISP "Refais l'experience et observe bien." @ WAIT 3000
GOSUB EXPERIENCE  @ GOTO 310
350 ALPHA @ DISP @ DISP "Donne la bonne reponse" @ DISP
360 DISP "Les deux facteurs qui influencent la pression sont:"
370 DISP TAB (5);"1- Les positions X et Y."
380 DISP TAB (5);"2- Le type de liquide et la position X."
390 DISP TAB (5);"3- Le type de liquide et la position Y."
```

```
400 INPUT REPONSE
410 IF REPONSE=3 THEN DISP "C'EST EXACT" @ WAIT 3000 @ GOTO 430
420 IF REPONSE#3 THEN DISP "Refais l'experience et decouvre les deux facteurs qu
i influencent la pression." @ WAIT 3000 @ GOSUB EXPERIENCE @ GOTO 750
430 DISP @ DISP "      Tu as trouve que la position verticale ? et le type de li
quide sont"
440 DISP "les deux facteurs qui influencent la pression.  On dit que la pression
 est"
450 DISP "fonction (depend) de la profondeur et du type de liquide."
460 DISP @ DISP "      On peut se demander comment la pression change avec la pr
ofondeur ?"
470 DISP @ DISP "      Tu as du constater que plus la sonde est profonde dans le
 liquide"
480 DISP "plus la pression est elevee."
490 DISP @ DISP "      Fais une nouvelle experience avec un liquide de ton choi
et en ne "
500 DISP "variant que la profondeur. (Au moins 5 profondeurs differentes!"
510 DISP @ DISP "Pour continuer 'ENDLINE'" @ INPUT C$@ GOSUB EXPERIENCE
520 ALPHA @ DISP "      Je vais te montrer maintenant le graphique de la pressio
n en fonction"
530 DISP "de la profondeur pour l'experience que tu viens de faire." @ WAIT 6000
 @ GOSUB GRAPHIQUE
540 ALPHA @ DISP "      Tu as du remarquer que la pression change avec la profon
deur dans le"
550 DISP "liquide comme une ligne droite, on dit aussi d'une facon lineaire."
560 DISP @ DISP "On remarque aussi que pour une profondeur = 0 i.e. a la surface
 du liquide"
570 DISP "il y a deja une valeur de pression."
580 DISP @ DISP "Effectivement elle vaut:   100 kPa"
590 DISP @ DISP "D'ou vient cette pression?"
600 DISP @ DISP "Pour continuer 'ENDLINE'" @ INPUT C$
610 DISP "Tu as du deviner qu'il s'agit de la pression atmospherique."
620 DISP "C'est la pression que l'on mesure en dehors du liquide."
630 DISP @ DISP "      Veux-tu revoir le graphique (o/n)?"
640 INPUT A$@ AX=NUM (A$)
650 IF AX=79 OR AX=111 THEN GOSUB GRAPHIQUE @ GOTO 670
660 IF AX=78 OR AX=110 THEN 670 ELSE 630
670 ALPHA @ DISP @ DISP "      Donc la pression varie proportionnellement avec l
a profondeur."
680 GOTO 1500
690 DISP "Pour la calculer, il s'agit de multiplier la profondeur par une consta
nte"
700 DISP @ DISP "Essayons de trouver une formule pour savoir calculer la pressio
n dans "
710 DISP "les liquides."
720 DISP "Tout d'abord il faut se definir des symboles pour representer les gran
deurs"
730 DISP "que l'on a introduites."
740 DISP TAB (6);"Par exemple on representera:"
750 DISP TAB (10);"la pression par p"
760 DISP TAB (10);"la pression atmospherique par p(atm)"
770 DISP TAB (10);"la profondeur par h"
780 DISP TAB (10);"la constante de proportionnalite par m"
790 DISP @ DISP "Pour continuer 'ENDLINE'" @ INPUT C$
```

```
800 DISP "Peux-tu trouver quelle est la bonne formule parmi les suivantes? "
810 DISP TAB (10);"1-  p = m p "
820 DISP TAB (10);"2-  p = h + p(atm) + m"
830 DISP TAB (10);"3-  p = m p(atm) + h"
840 DISP TAB (10);"4-  p = p(atm) + m h"
850 DISP TAB (10);"5-  p = m ( p(atm) + h )"
860 INPUT REPONSE
870 IF REPONSE=1 THEN DISP "La pression doit dependre de la profondeur h, comme
elle n'apparait pas ici, ce n'est pas la bonne reponse." @ GOTO 800
880 IF REPONSE=2 THEN DISP "La pression est proportionnelle a la profondeur, do
c la constante m doit multi-plier h et non s'additionner a h." @ GOTO 800
890 IF REPONSE=3 THEN DISP "La constante m doit multiplier h et non pas p(atm).
 @ GOTO 800
900 IF REPONSE=4 THEN DISP "C'EST EXACT." @ WAIT 4000 @ GOSUB MEMOIRE  @ GOTO 9
0
910 IF REPONSE=5 THEN DISP "La constante m ne doit multiplier que la profondeur
h, cela n'a pas de sens      quelle multiplie p(atm)." @ GOTO 800
920 DISP "On doit se demander maintenant si la constante de proportionnalite m"
930 DISP "change lorsqu'on utilise des liquides differents."
940 DISP "Fait deux experiences avec des liquides differents. Dans chaque cas p
end au    moins 5 profondeurs differentes."
950 DISP "Pour continuer 'ENDLINE'" @ INPUT C$
960 GOSUB EXPERIENCE
970 ALPHA @ DISP "Observe maintenant les graphiques de ces experiences." @ WAIT
3000
980 GOSUB GRAPHIQUE
990 ALPHA @ DISP "Tu as du constater que les droites sont inclinees differemment
. On dit "
1000 DISP "qu'elles ont des pentes differentes."
1010 DISP "De plus la pente est precisement la constante de proportionnalite q
ue l'on a"
1020 DISP "introduite plus haut. Cette constante m caracterise le type de liqui
e."
1030 DISP
1040 DISP "On remarque aussi que les deux droites se rencontrent en un meme doi
t sur"
1050 DISP "l'axe vertical c'est-a-dire a une pression de 100 kPa."
1060 DISP "Le point de rencontre d'une droite avec l'axe vertical s'appelle l'o
donnee"
1070 DISP "a l'origine."
1080 DISP "Ici l'ordonnee a l'origine represente la pression atmospherique ou d
 facon"
1090 DISP "plus generale, la pression au dessus du liquide."
1100 DISP @ DISP "Pour continuer 'ENDLINE'" @ INPUT C$
1110 DISP "En se servant de la formule deja trouvee, on peut calculer la valeur
de m"
1120 DISP "pour chaque liquide."
1130 DISP "On sait que  p = p(atm) + mh "
1140 DISP "Si on isole m, on a:  m = (p - p(atm)) / h"
1150 DISP "La constante m se mesure en kPa/m, elle represente l'augmentation de
pression"
1160 DISP "par metre de profondeur."
1170 DISP "Elle varie d'un liquide a un autre."
```

```
1180 DISP "Avec les liquides utilises plus haut, les valeurs sont:"
1190 DISP TAB (10);"1- Eau pure        m =   9,8 kPa/m"
1200 DISP TAB (10);"2- Petrole         m =   6,7 kPa/m"
1210 DISP TAB (10);"3- Huile           m =   8,3 kPa/m"
1220 DISP TAB (10);"4- Glycerine       m =  12,7 kPa/m"
1230 DISP TAB (10);"5- Mercure         m = 133,3 kPa/m"
1240 DISP "Pour continuer 'ENDLINE'" @ INPUT C$
1250 DISP "Tu as du remarquer que la pression monte beaucoup plus rapidement"
1260 DISP "dans le mercure que dans les autres liquides."
1270 DISP "Cela doit surement dependre d'une caracteristique physique qui est be
aucoup "
1280 DISP "plus importante pour le mercure que pour les autres liquides."
1290 DISP "Peux-tu deviner laquelle?" @ INPUT C$
1300 DISP "Si tu as repondu la densite ou la masse volumique ou meme le poids,"
1310 DISP "tu as raison."
1320 DISP "Pour etre exact, m depend de la masse volumique."
1330 DISP "Pour simplifier, on peut utiliser les densites relatives, l'eau pure"

1340 DISP "etant la reference."
1350 DISP "Pour les liquides qui nous interessent ici, les densites relatives so
nt:"
1360 DISP TAB (10);"1- Eau pure          d =  1,0"
1370 DISP TAB (10);"2- Petrole           d =  0,7"
1380 DISP TAB (10);"3- Huile             d =  0,9"
1390 DISP TAB (10);"4- Glycerine         d =  1,26"
1400 DISP TAB (10);"5- Mercure           d = 13,6"
1410 DISP "Pour continuer 'ENDLINE'" @ INPUT C$
1420 DISP "On a donc trouve que la constante m, caracteristique du liquide empl
oye,"
1430 DISP "depend ou est fonction de sa densite relative."
1440 DISP "Notre formule pourrait s'ecrire de facon plus explicite:"
1450 DISP TAB (20);"p = p(atm) + d r g h"
1460 DISP "Enfin dans cette formule, r est la masse volumique de l'eau, soit 10
/mcube"
1470 DISP "g represente une nouvelle constante et tu pourrais verifier"
1480 DISP "que c'est l'acceleration due a la pesanteur, soit 9,8 m/es."
1490 DISP "Pour continuer 'ENDLINE'" @ INPUT C$
1500 DISP "C'est termine, merci!"
1510 GOSUB MEMOIRE  @ WAIT 7000
1520 NEXT ELEVE
1530 END
1540 MEMOIRE:
1550 FIN=TIME  @ DUREE=INT ((FIN-DEBUT)*100/60)/100
1555 TEMPSTOT=TEMPSTOT+DUREE
1560 ASSIGN# 1 TO  "TESTPRES:D400"
1570 PRINT# 1,NUMER : NOM$,PRENOM$,T,REPONSE,LIQUIDE$,CI,CX(),CY(),DUREE,TEMPSTO
T
1580 ASSIGN# 1 TO  *
1590 DEBUT=TIME  @ REPONSE,CI,DUREE=0 @ LIQUIDE$="*****" @ NUMER=NUMER+1
1600 FOR J=1 TO 10 @ CX(J),CY(J)=0 @ NEXT J @ T=T+1
1610 RETURN
```

```
1620 EXPERIENCE:
1630 ' ********************** EXPERIENCE **************
1640 FOR S=1 TO 10
1650 PLOTTER IS 1 @ GRAPHALL @ GCLEAR @ FRAME
1660 SCALE -2,30,-25.5
1670 I=1 @ PRESSION(S,I)=100
1680 X(S,I)=12 @ Y(S,I)=1
1690 GLOAD "PRESGRAF"
1700 MOVE 11,-16 @ INPUT NUMERO
1710 ON NUMERO GOTO 1720,1730,1740,1750,1760
1720 LIQUIDE$(S)="Eau pure" @ DENSITE(S)=1 @ GOTO 1770
1730 LIQUIDE$(S)="Petrole" @ DENSITE(S)=.7 @ GOTO 1770
1740 LIQUIDE$(S)="Huile" @ DENSITE(S)=.9 @ GOTO 1770
1750 LIQUIDE$(S)="Glycerine" @ DENSITE(S)=1.26 @ GOTO 1770
1760 LIQUIDE$(S)="Mercure" @ DENSITE(S)=13.6 @ GOTO 1770
1770 MOVE 21,-18 @ LABEL LIQUIDE$(S) @ LIQUIDE$=LIQUIDE$(S)
1780 PEN -1 @ MOVE 15,-22.5 @ LABEL "Quel liquide (#)?" @ PEN 1
1790 CI=0
1800 FOR I=1 TO 10
1810 CI=CI+1 @ IF I=1 THEN CI(S)=1 ELSE CI(S)=CI(S)+1
1820   GOSUB EFFACE
1830   MOVE PTX,PTY @ CSIZE 1,0 @ LABEL "." @ CSIZE 5,.67 @ I=I+1
1840   MOVE 12,-7 @ INPUT X(S,I)@ CX(I)=X(S,I)
1850   PEN -1 @ MOVE 12,-7 @ LABEL "*" @ PEN 1
1860   MOVE 12,-8 @ INPUT Y(S,I)@ CY(I)=Y(S,I)
1870   PEN -1 @ MOVE 12,-8 @ LABEL "*" @ PEN 1
1880   IF Y(S,I)<0 THEN PRESSION(S,I)=IP (1000-98*DENSITE(S)*Y(S,I)+.5)/10 ELSE
PRESSION(S,I)=100
1890   GOSUB PLACE_MANOMETRE
1900   MOVE 18,-(1.6*I) @ LABEL I @ MOVE 20.5,-(1.6*I) @ LABEL X(S,I) @ MOVE 22
-(1.6*I) @ LABEL Y(S,I)
1910   MOVE 25.5,-(1.6*I) @ LABEL PRESSION(S,I)
1920   MOVE 15,-22.5 @ LABEL "Un autre o/n ?"
1930   INPUT A$@ AX=NUM (A$)
1940   IF AX=78 OR AX=110 THEN GOTO 1970
1950   PEN -1 @ MOVE 15,-22.5 @ LABEL "Un autre o/n ?" @ PEN 1
1960 NEXT I
1970 PEN -1 @ MOVE 15,-22.5 @ LABEL "Un autre o/n ?" @ PEN 1
1980 GOSUB MEMOIRE
1990 MOVE 15,-22.5 @ LABEL "Une autre experience o/n ?"
2000 INPUT A$@ AX=NUM (A$)
2010 IF AX=78 OR AX=110 THEN GOTO 2030
2020 NEXT S
2030 RETURN
2040 GRAPHIQUE:
2050 ' ************** MISE EN GRAPHIQUE  ****************
2060 GCLEAR @ GRAPHALL @ FRAME
2070 MER=0
2080 FOR NXP=1 TO S
2090 IF LIQUIDE$(NXP)="Mercure" THEN MER=1
2100 NEXT NXP
2110 IF MER=1 THEN MULT=10 ELSE MULT=4/3
```

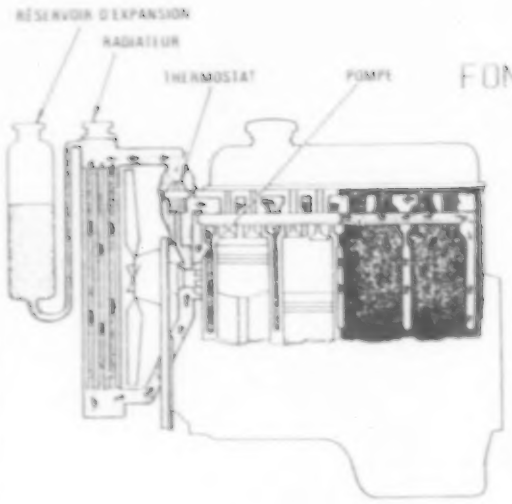
```
2120 SCALE -5,25,-(50*MULT),250*MULT
2130 CLIP 0,20,0,300*MULT @ AXES 1,10+MER*90,0,0,2,5,5 @ UNCLIP
2140 MOVE 5,-(30*MULT) @ LABEL "Profondeur (h) en metres "
2150 MOVE -3,5,50*MULT @ DEG @ LDIR 90 @ LABEL "Pression (p) en kPa" @ LDIR 0
2160 MOVE -3,330*MULT @ LABEL "GRAPHIQUE DE LA PRESSION (p) EN FONCTION DE LA PR
OFONDEUR (h)."
2170 MOVE 5,270*MULT @ LABEL "P = f(h)"
2180 FOR NEXP=1 TO 5
2190 FOR NPTS=1 TO CI(NEXP)
2200 MOVE -Y(NEXP,NPTS),PRESSION(NEXP,NPTS) @ LORG 5 @ LABEL "*"
2210 IF NPTS=CI(NEXP) THEN MOVE -Y(NEXP,NPTS)+.5,PRESSION(NEXP,NPTS) @ LORG 1 @
LABEL LIQUIDE$(NEXP) @ MOVE -Y(NEXP,NPTS),PRESSION(NEXP,NPTS) @ DRAW 0,100
2220 NEXT NPTS
2230 NEXT NEXP
2240 MOVE -3,-(30*MULT) @ INPUT C$@ GOSUB MEMOIRE
2250 RETURN
2260 DONNEES:
2270 ALPHA @ CLEAR @ DISP
2280 DISP "Les donnees de quelle experience?"
2290 INPUT NUMERO
2300 DISP @ DISP TAB (30);"EXPERIENCE  ";NUMERO
2310 DISP @ DISP TAB (30);"LIQUIDE = ";LIQUIDE$(NUMERO)
2320 DISP @ DISP USING 2330 : "ESSAI","X","Y","PRESSION"
2330 IMAGE 10X,5A,5X,1A,10X,1A,10X,8A
2340 DISP @ DISP USING 2350 : "#","m","m","kPa"
2350 IMAGE 12X,1A,7X,1A,10X,1A,13X,3A
2360 DISP
2370 FOR K=1 TO CI(NUMERO)
2380 DISP USING 2390 : K,X(NUMERO,K),Y(NUMERO,K),PRESSION(NUMERO,K)
2390 IMAGE 11X,DD,6X,DD.D,6X,SDD.D,10X,DDDD.D
2400 NEXT K
2410 INPUT C$
2420 RETURN
2430 ! ********************** DEPLACEMENT DU MANOMETRE ******************
2440 PLACE_MANOMETRE:
2445 IF I=0 THEN PTX=12 ELSE PTX=X(S,I)
2446 IF I=0 THEN PTY=1 ELSE PTY=Y(S,I)
2450 IF PTX<.5 THEN MANX=.15 ELSE MANX=PTX-.35
2460 IF PTY<-19.9 THEN MANY=-19.9 ELSE MANY=PTY-.4
2470 MOVE MANX,MANY
2480 CSIZE 5,2 @ LABEL "+" @ MOVE MANX,MANY @ LABEL "O"
2490 CSIZE 5,.66666
2500 MOVE 12,-7 @ LABEL PTX
2510 IF PTY<0 THEN MOVE 12.5,-8 ELSE MOVE 12,-8
2520 LABEL PTY
2530 RETURN
2540 EFFACE:
2550 I=I-1 @ PEN -1 @ GOSUB PLACE_MANOMETRE  @ PEN 1
2560 MOVE 0,0 @ DRAW 10,0 @ DRAW 10,-20 @ DRAW 0,-20 @ DRAW 0,0
2570 RETURN
```

ANNEXE IV

Matériel didactique élaboré

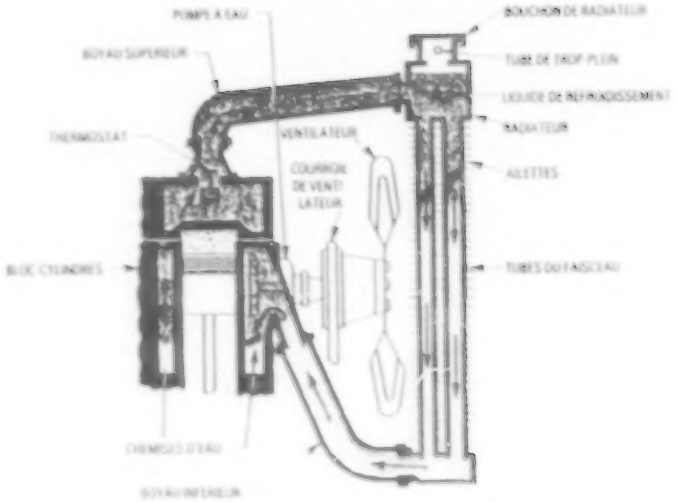
pour l'équipement motorisé et l'hydrothermie

SYSTEME DE REFROIDISSEMENT



FONCTION: Garder le moteur à la température idéale de fonctionnement pour toutes les vitesses du moteur et dans toutes les conditions de conduite.

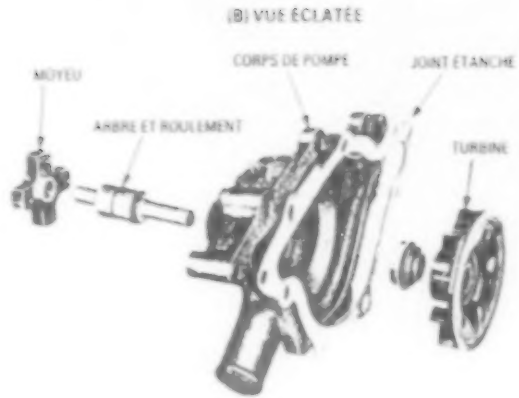
SORTES DE SYSTEMES: Air
liquide
Air - liquide



NOMENCLATURE: Pompe
Boyau
Thermostat
Chemise d'eau
Ventilateur, courroie
Radiateur
Liquide
Bouchon de radiateur.

POMPE

FONCTION: Faire circuler l'eau à travers les canalisations du système de refroidissement.



PRINCIPES: Type à turbine
Force centrifuge
Pression

MODE D'ENTRAINEMENT: Courroie et poulie

ENTRETIEN: Bruit
Etanchéité

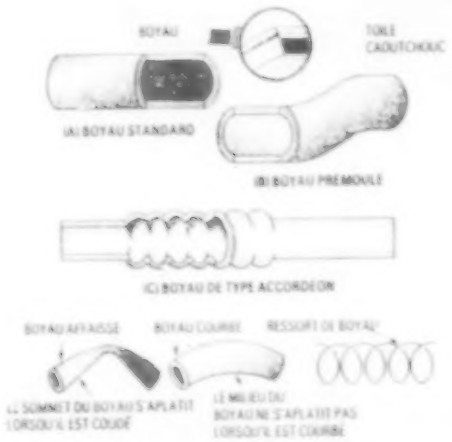
(A) CIRCULATION

-601-

1.2

BOYAU

FONCTION: Sert à la circulation du liquide de refroidissement entre le moteur et le radiateur.

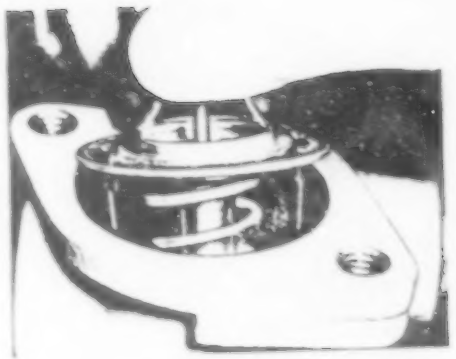


TYPES DE BOYAUX: Caoutchouc
Prémoulé
Type accordéon

PRINCIPES: Pression

ENTRETIEN: Etanchéité
Détérioration
Obstruction

THERMOSTAT



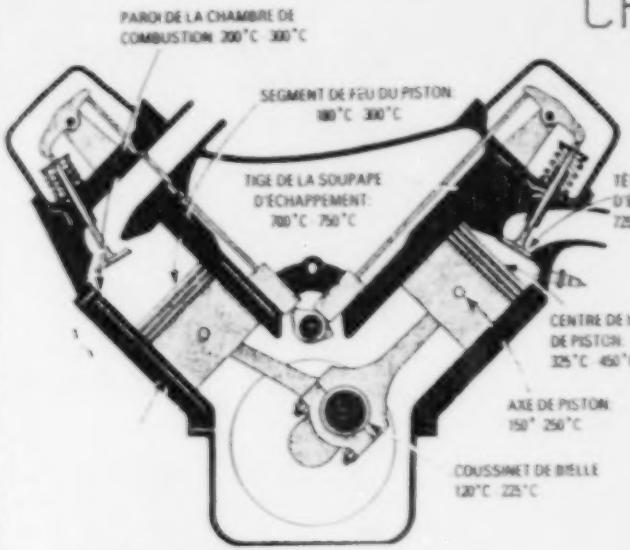
FONCTION: Régler la circulation du liquide de refroidissement entre le moteur et le radiateur. Il sert à maintenir le moteur à sa température de fonctionnement optimale, qui se situe habituellement entre 70°C et 85°C.

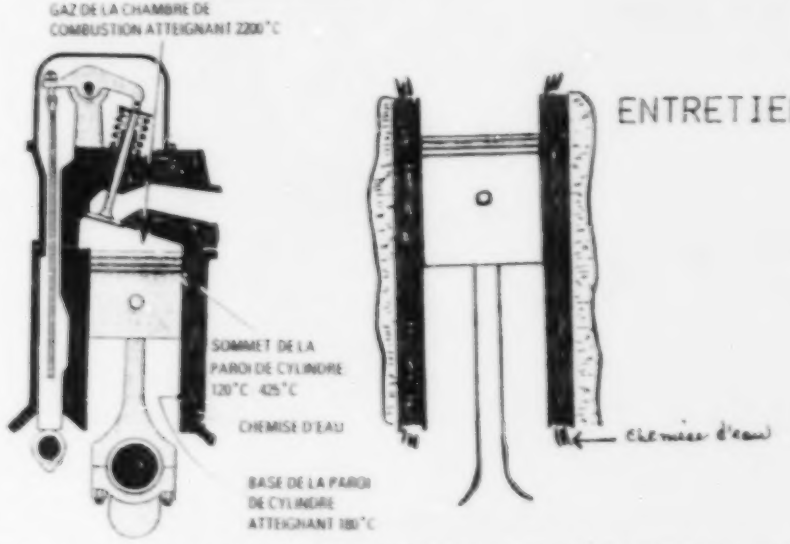
TYPES: Souflet
Ressort bimétallique
A pastille (le plus moderne).

PRINCIPE: Dilatation
Pression

ENTRETIEN: Efficacité
Bloquage

CHEMISES D'EAU


PAROI DE LA CHAMBRE DE COMBUSTION 200°C 300°C
SEGMENT DE FEU DU PISTON 180°C 300°C
TIGE DE LA SOUPAPE D'ECHAPPEMENT 700°C 750°C
TÊTE DE LA SOUPAPE D'ECHAPPEMENT 725°C 800°C
CENTRE DE LA TÊTE DE PISTON 325°C 450°C
AXE DE PISTON 150° 250°C
COUSSINET DE BIELLE 120°C 225°C


GAZ DE LA CHAMBRE DE COMBUSTION ATTEIGNANT 2200°C
SOMMET DE LA PAROI DE CYLINDRE 120°C 425°C
CHEMISE D'EAU
BASE DE LA PAROI DE CYLINDRE ATTEIGNANT 180°C
chemise d'eau

FONCTION: Espace coulé dans le bloc et dans les culasses pour refroidir le moteur.

PRINCIPES: Chaleur
Température
Conduction
Convection

ENTRETIEN: Garder ces espaces propres, libres de tout dépôt.
Ces dépôts agissent comme un isolant thermique ou une résistance au transfert de chaleur.

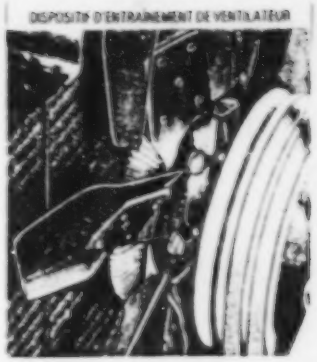
VENTILATEUR

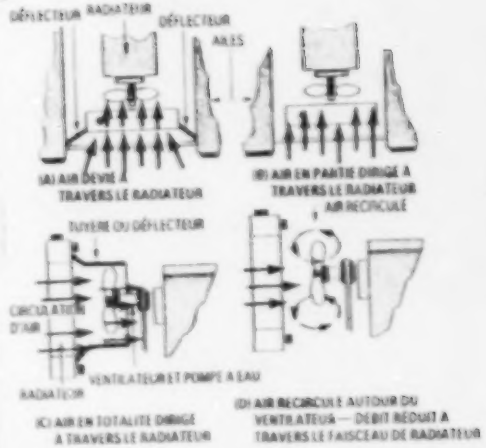
FONCTION: Aspirer l'air à travers le faisceau de radiateur refroidissant ainsi l'eau contenue dans le radiateur.

TYPES: Entraînement standard
A vitesse variable

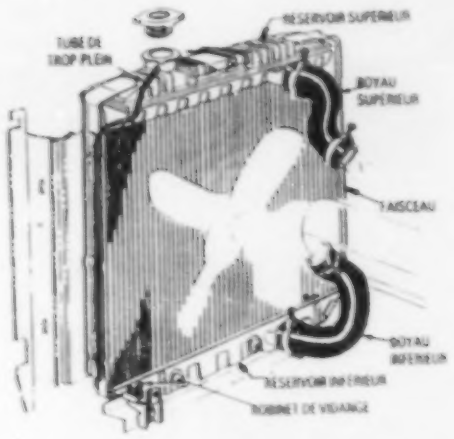
PRINCIPE: Convection

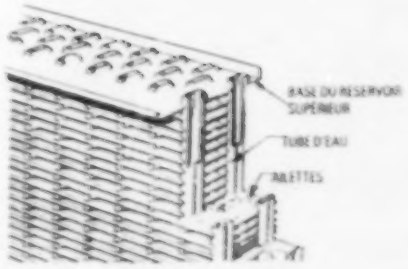
ENTRETIEN: Vérification de l'efficacité.




DÉFLECTEUR
RADIATEUR
DÉFLECTEUR
AILES
(A) AIR DÉVIÉ À TRAVERS LE RADIATEUR
(B) AIR EN PARTIE DIRIGÉ À TRAVERS LE RADIATEUR
AIR RECYCLÉ
TUYÈRE OU DÉFLECTEUR
CIRCULATION D'AIR
VENTILATEUR ET POMPE À EAU
RADIATEUR
(C) AIR EN TOTALITÉ DIRIGÉ À TRAVERS LE RADIATEUR
(D) AIR RECYCLÉ AUTOUR DU VENTILATEUR — DÉBIT RÉDUIT À TRAVERS LE FAISCEAU DE RADIATEUR

RADIATEUR





(A) FAISCEAU DE RADIATEUR

FONCTION: Transmettre la chaleur de l'eau à l'air

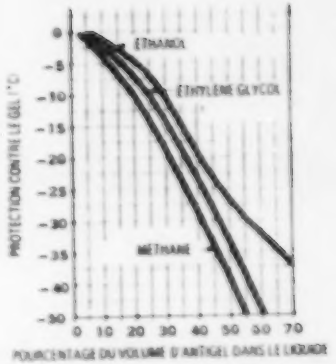
TYPES: Tube plat et aillette
Tube plat et aillette ondulée
Tube rond et aillette

PRINCIPE: Convection
Conduction
Radiation

ENTRETIEN: Fuite
Obstruction à l'air
Obstruction à l'eau

LIQUIDE ANTIGEL

FONCTION: Abaisser le point de congélation
et élever le point d'ébullition
de la solution.



COMPOSITION: Ethanol
Méthanol
Ethylène glycol (le plus utilisé)

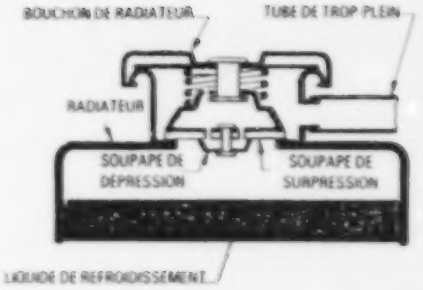
PRINCIPE: Solide
Liquide
Gaz
Phase

3,75 L	1,25 L	3:1	−10°C
3,3 L	1,7 L	2:1	−20°C
3,0 L	2,0 L	3:2	−30°C
2,5 L	2,5 L	1:1	−35°C

ENTRETIEN: Capacité

1.9

BOUCHON DE RADIATEUR



FONCTION: Dispositif permettant des températures de fonctionnement plus élevées, une réduction de l'évaporation et des pertes de surplus de pression

REMARQUE: Une augmentation de pression de 10 KPa, élève le point d'ébullition de l'eau de 2.4°C

PRINCIPE: Pression

(A) SOUPAPE DE DÉPRESSION OUVERTE (B) SOUPAPE DE SURPRESSION OUVERTE

ENTRETIEN: Vérification de l'efficacité

L'ENERGIE THERMIQUE

C'est cette forme d'énergie que possède un objet et qui se manifeste couramment par la sensation qu'il donne d'être chaud ou froid.

Cette forme d'énergie peut aussi être TRANSFEREE entre les objets, on l'appelle alors LA CHALEUR

Point de vue microscopique:

Dans les substances solides, liquides ou gazeuses, l'énergie thermique correspond à l'agitation des atomes et des molécules.

LA TEMPERATURE

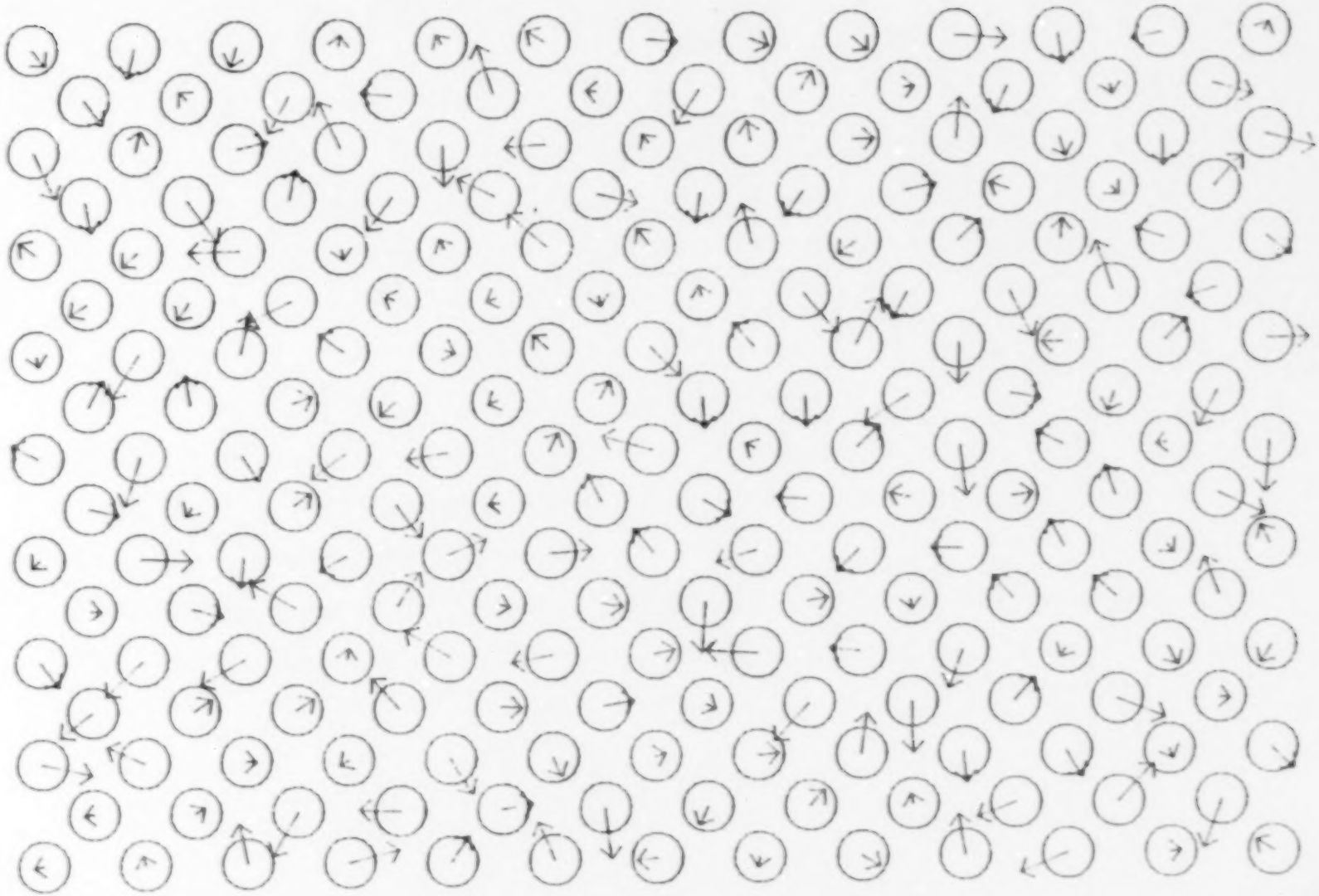
La sensation de chaud ou froid, la dilatation, le changement de couleur d'un objet que l'on chauffe sont des effets sensibles.

Ces effets sensibles sont des manifestations du contenu d'énergie thermique des objets.

DEFINITION:

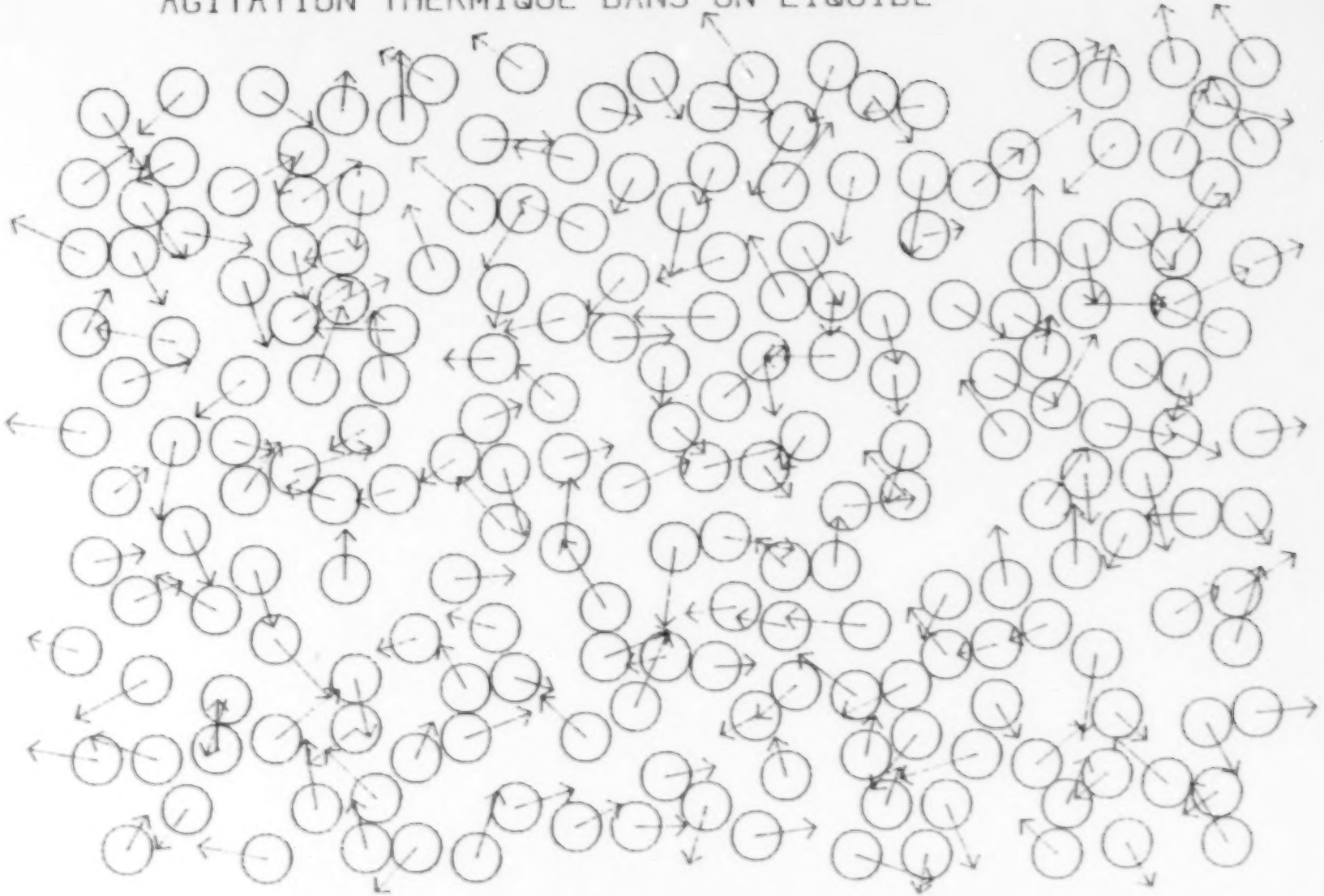
La température est une grandeur qu'on attribue aux objets et qui permet de les comparer par rapport aux manifestations de leur énergie thermique.

AGITATION THERMIQUE DANS UN SOLIDE



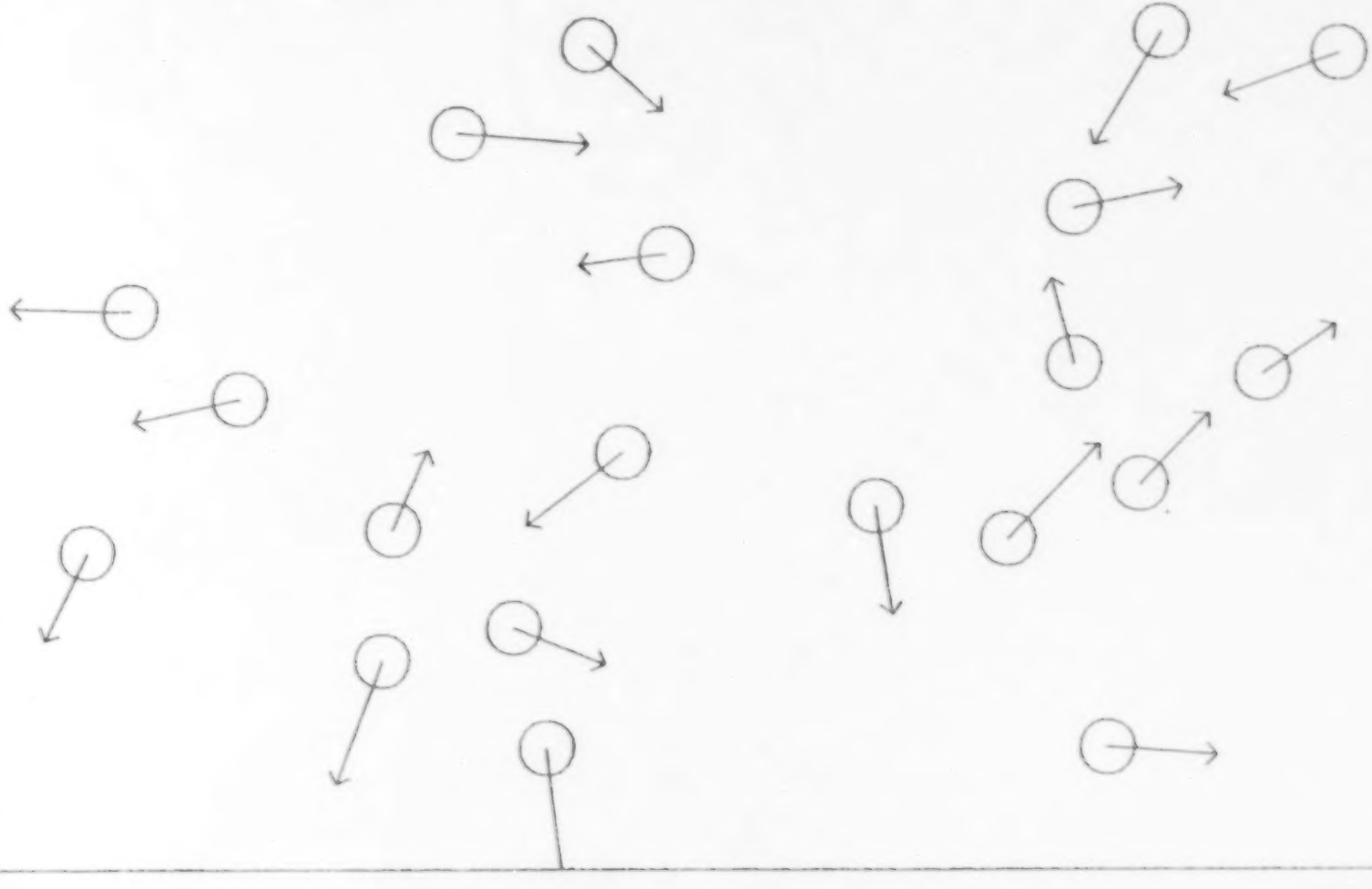
I-12

AGITATION THERMIQUE DANS UN LIQUIDE



1.13

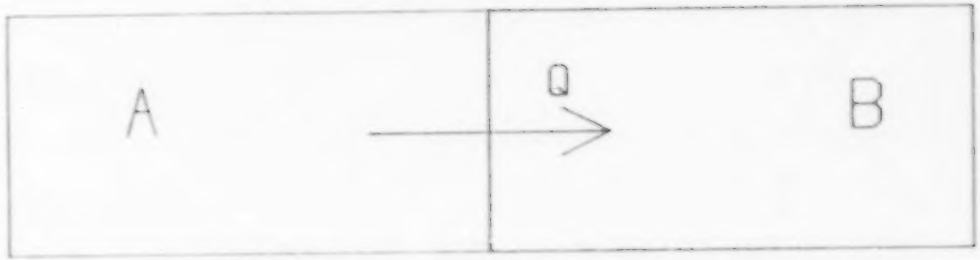
AGITATION THERMIQUE DANS UN GAZ



1.14

LA CHALEUR

Une forme d'énergie qui se transfert d'un objet à un autre sous l'effet de la différence de température.



t_1 t_2

$t_1 > t_2$

Le transfert se fait toujours du plus chaud vers le plus froid.

TRANSFERT DE LA CHALEUR

Il y a trois modes simples de transfert de la chaleur:

1- LA CONDUCTION

2- LA CONVECTION

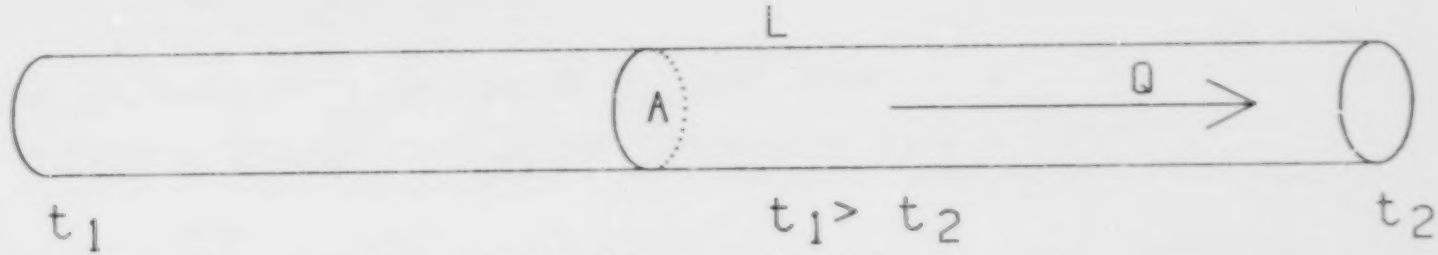
3- LA RADIATION

Dans les moteurs, les radiateurs, les chauffrettes on retrouve rarement un seul mode simple mais plutôt des combinaisons des divers modes dans des proportions variées.

1.16

LA CONDUCTION DE LA CHALEUR

C'est le mode de transfert le plus courant dans un matériau solide.
Les extrémités sont maintenues à des températures fixes mais différentes.



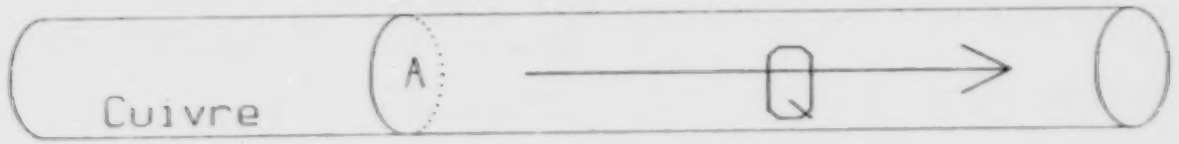
Les facteurs qui influencent la conduction sont:

- La composition du matériau: Fe, Al, Cu, verre.
- La longueur de la pièce 'L'.
- L'aire de la section 'A'.
- Les températures des extrémites 't'.

La chaleur Q se propage toujours du bout le plus chaud vers le bout le plus froid.

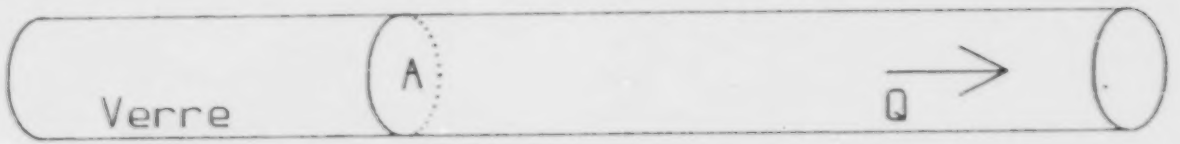
LES CLASSES DE MATERIAUX

1- Les bons conducteurs de la chaleur:
C'est le cas de la plupart des métaux.



$t_1 = 300\ ^{\circ}C$ $t_2 = 100\ ^{\circ}C$

2- Les mauvais conducteurs ou isolants thermiques:
Comme le verre, l'amiante, l'air sec.



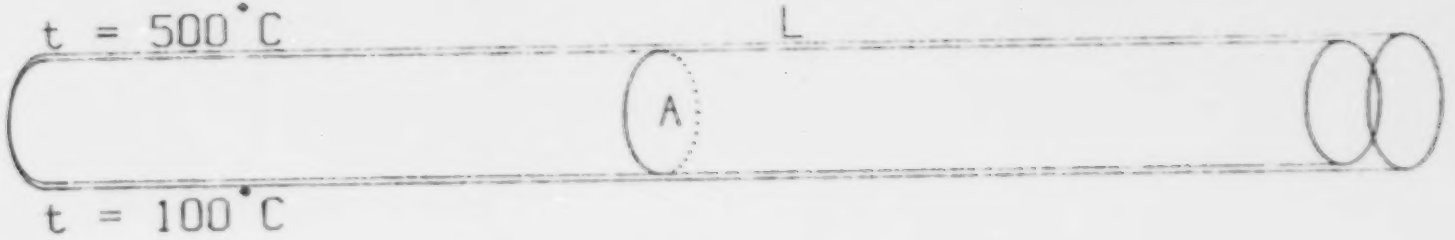
$t_1 = 300\ ^{\circ}C$ $t_2 = 100\ ^{\circ}C$

Dans le même intervale de temps, il circulera dans le bon conducteur beaucoup plus de chaleur que dans le matériau isolant.

1.18

LA DILATATION THERMIQUE

En présence d'une augmentation de température, les matériaux se dilatent i.e. augmentent de volume. Comme l'augmentation relative est faible, ce n'est que sur les dimensions les plus grandes que l'effet est le plus facilement perceptible.

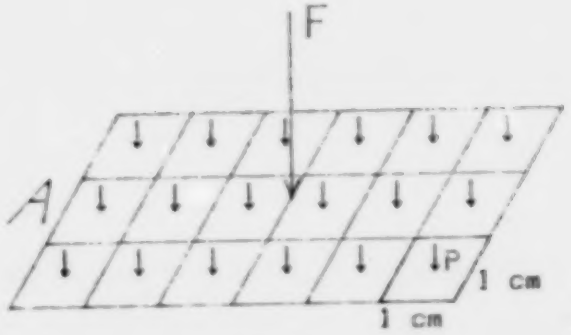


Les facteurs qui influencent la dilatation sont:

- La composition du matériau: Fe, Al, Cu, verre.
- La longueur de l'objet 'L'.
- Le changement de température de l'objet.

LA PRESSION

Pour percevoir une pression, il faut une surface A sur laquelle s'exerce une force distribuée F.
Pour la représenter, on découpe la surface pressée en petits carreaux et on montre sur chacun la force pressante qui s'y exerce.



$$\text{PRESSION (P)} = \frac{\text{FORCE (F)}}{\text{AIRE (A)}}$$

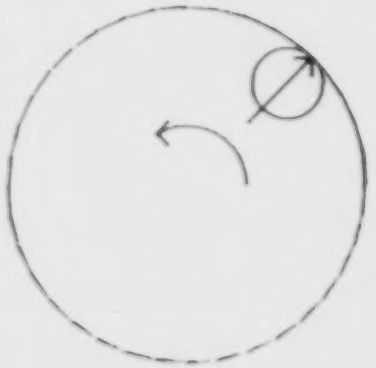
Si le découpage correspond à des carreaux d'une unité d'aire: par exemple 1 cm par 1 cm, ou 1 po par 1 po, la force s'exercant sur ce carreau est la pression.

DEFINITION: La pression P est le quotient de la force pressante totale F par la surface pressée A.

EFFET CENTRIFUGE

On rencontre l'effet centrifuge dans tous les mouvements de rotation.
Un objet maintenu en rotation à l'intérieur d'une roue va exercer une réaction en poussant sur la paroi de la roue:

C'EST UNE REACTION CENTRIFUGE.

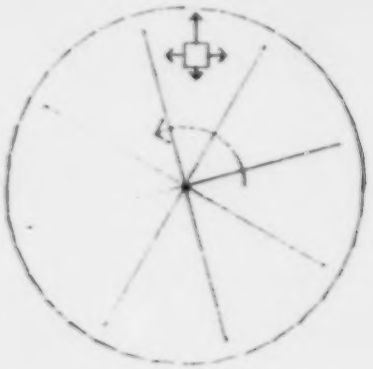


Cette réaction centrifuge est d'autant plus grande que la vitesse de l'objet sera élevée.
En réalité elle est proportionnelle au carré de la vitesse.

1.21

EFFET CENTRIFUGE - PRESSION

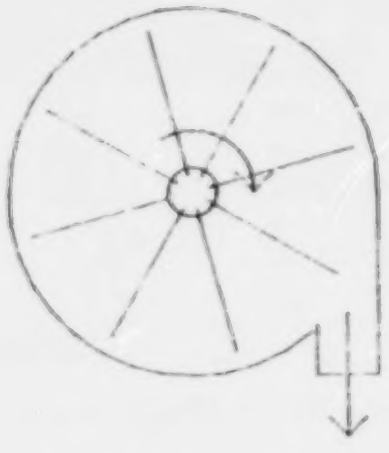
Il n'est pas nécessaire que l'objet soit solide, il se passe la même chose avec un liquide comme l'eau.
Si le liquide est maintenu en rotation à l'aide de pales à l'intérieur d'un vase cylindrique, un petit volume de liquide va exercer une réaction centrifuge sur le liquide qui l'environne ou sur la paroi.

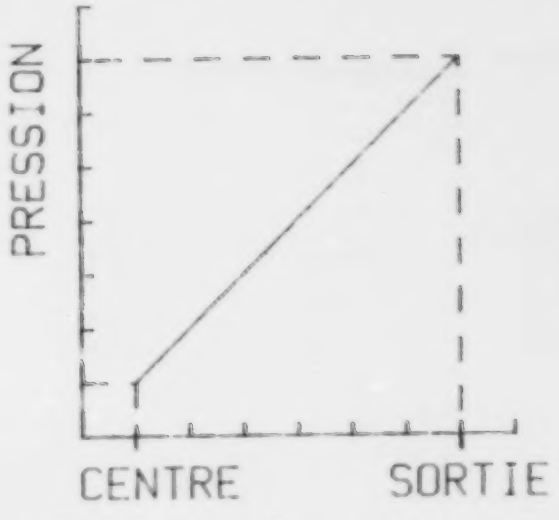


Comme résultat d'ensemble, il y a une PRESSION de crée dans le liquide.
Elle varie en augmentant à partir du centre du cercle vers la paroi.

POMPE CENTRIFUGE

La pompe centrifuge sert à créer une différence de pression entre le liquide qui entre au centre et celui qui sort en périphérie.

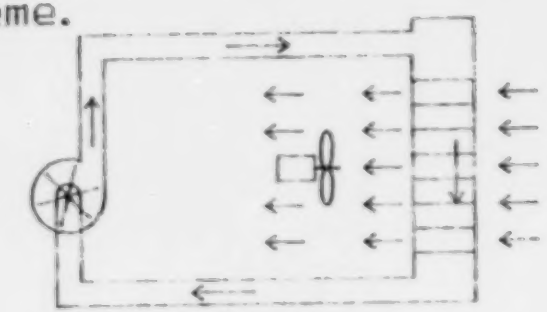


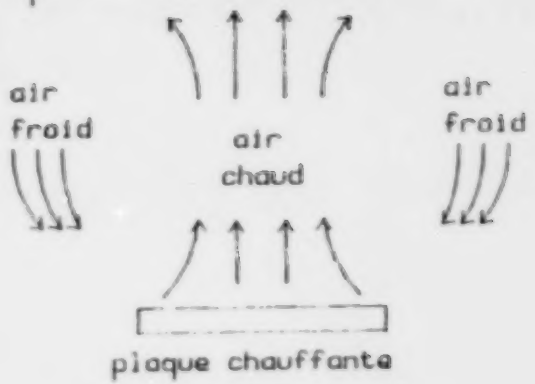


Cela entraîne une circulation forcée dans le circuit externe, puisque le liquide a tendance à s'écouler du point où la pression est la plus élevée vers le point où elle est la plus basse.

LA CONVECTION

La convection est le mode de transfert de la chaleur que l'on retrouve couramment avec les fluides (liquide ou gaz) en mouvement.
L'énergie thermique est transportée par le fluide lui-même.





Il y a deux sortes de convection:

A) Convection forcée: Le fluide est entraîné par des moyens mécaniques i.e. pompe, ventilateur.

B) Convection naturelle: Le fluide circule grâce aux différences de densité résultant des différences de température. L'air chaud monte, l'air froid étant plus lourd descend.

SYNTHESE

L'ENERGIE THERMIQUE d'un corps correspond à l'agitation de ses atomes et de ses molécules.

LA TEMPERATURE d'un corps indique l'intensité de l'agitation de ses atomes et de ses molécules.

LA CHALEUR, c'est de l'énergie thermique qui est transférée d'un objet à un autre.

LA DILATATION d'un objet se produit quand l'agitation de ses atomes et de ses molécules augmente:
il a reçu de la chaleur, son énergie thermique a augmentée, sa température s'est élevée et sa densité (masse volumique) a diminuée.

SOUDAGE G. T. A. W.

Un poste de soudage à l'arc électrique avec électrode réfractaire (G. T. A. W.) comprend 6 éléments indispensables pour assurer son fonctionnement normal.

1. Une source de courant
2. Une torche à souder
3. Une mise à la terre
4. Un gaz protecteur
5. Un manomètre débitmètre
6. Un ensemble de cables à souder.

2.1

REDRESSEUR COMBINE

FONCTION: Fournir la puissance électrique sous la forme désirée pour le soudage.
i.e. bas voltage et intensité de courant élevée.

CARACTERISTIQUE:

Fournir du courant alternatif ou du courant continu.

PRINCIPES:

Transformateur
Redresseur.

TORCHE A SOUDER

FONCTION:

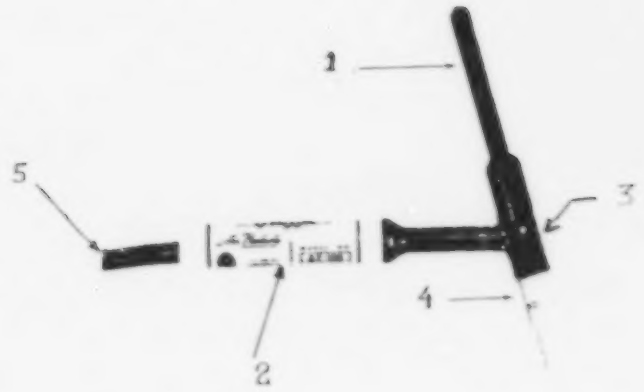
Dispositif qui permet le transfert du courant de soudage.

PRINCIPES:

Energie thermique
Chaleur
Température.

PARTIES:

1. Manchon
2. Poignée
3. Tête (voir détails)
4. Céramique
5. Cables d'alimentation.



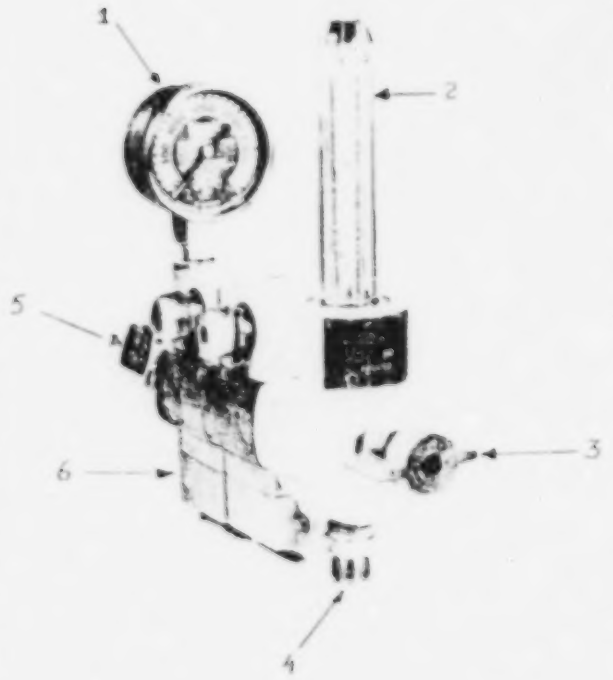
2.3

MANODETENDEUR

(Débitmètre)

FONCTIONS:

Réduire la pression
Maintenir le débit constant
Fixer le débit avec précision.



PARTIES:

1. Manomètre
2. Débitmètre
3. Vis de réglage
4. Sortie du gaz
5. Entrée du gaz
6. Détendeur à double détente.

2.4

STABILISATEUR D'ARC

(Haute fréquence)

FONCTION:

Sert à amorcer la décharge (c.c.) et à stabiliser l'arc (c.a.)

EMPLOI:

Facilite l'amorçage de l'arc tout en évitant le contact de l'électrode avec la pièce à souder.

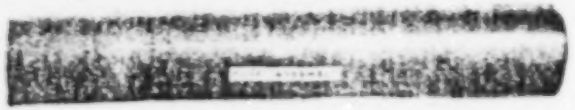
PRINCIPE: ionisation du gaz

Les atomes du gaz inerte sont agités suffisamment pour que des électrons soient arrachés et qu'ainsi la colonne de gaz devienne conductrice.

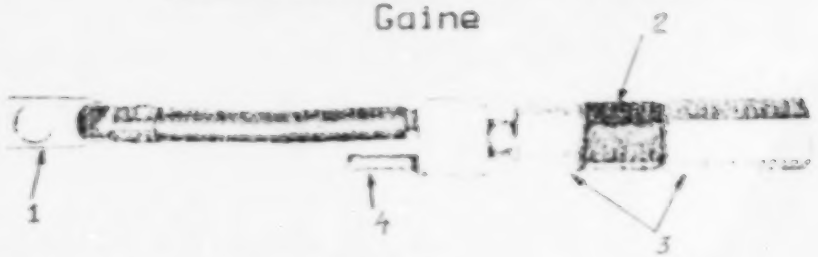
FUSIBLE

FONCTION:

Unitéde protection thermique servant à couper le courant lorsque l'eau de refroidissement ne circule pas.



Gaine



PARTIES:

1. Cable d'alimentation
2. Bloc isolant porteur de la lame conductrice
3. Blocs conducteurs
4. Sortie d'eau

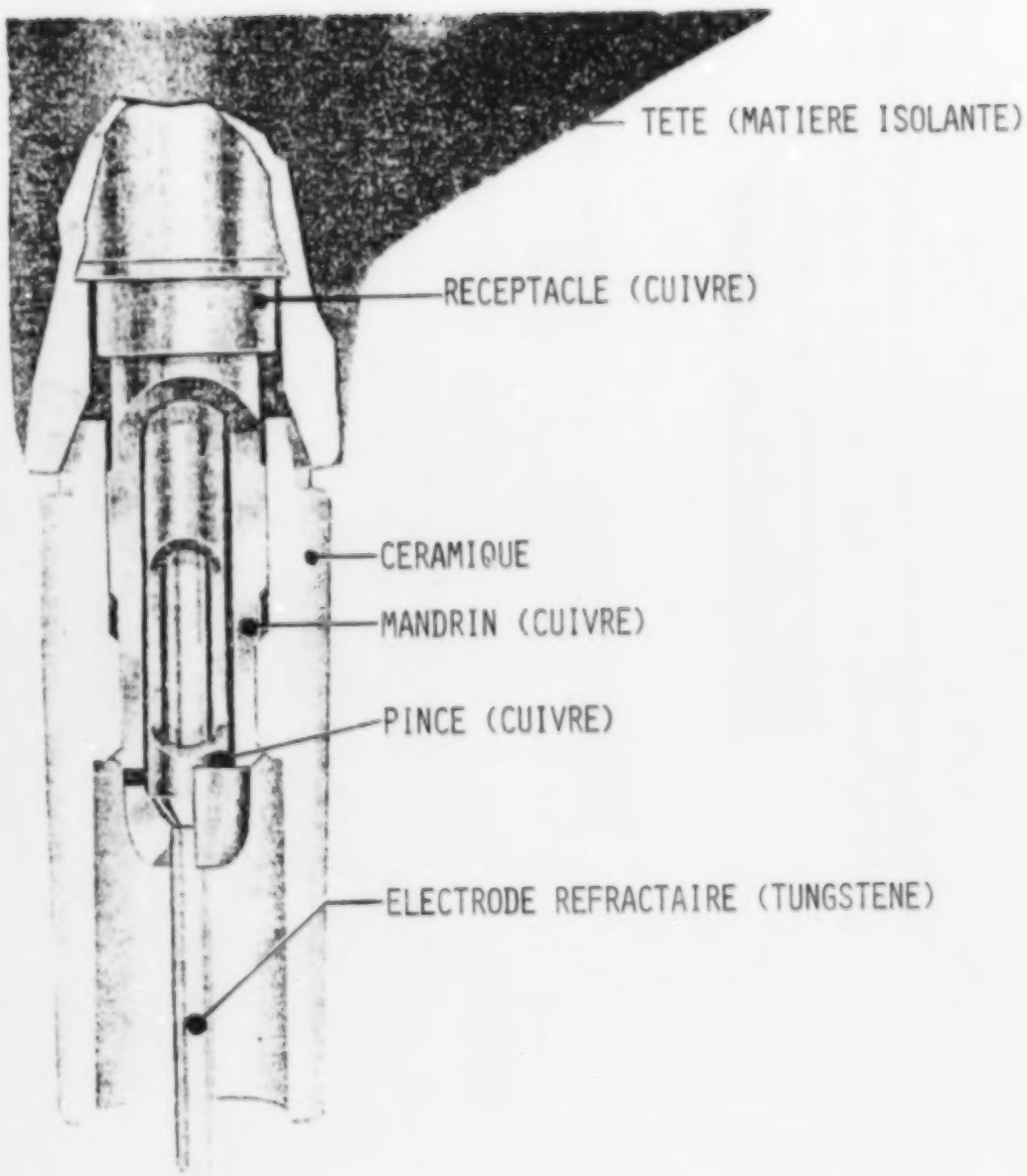
PRINCIPES:

Chauffage de la lame par effet Joule

Echange de chaleur entre la lame et l'eau de refroidissement.

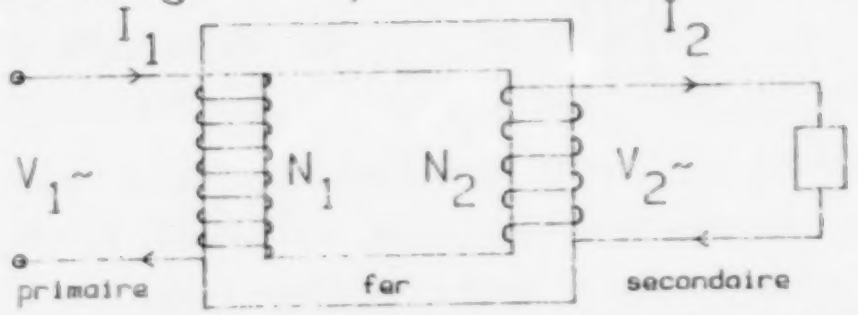
2.6

DETAIL DE LA TETE DE SOUDAGE



LE TRANSFORMATEUR

C'est un dispositif électrique servant à transférer de l'énergie électrique d'une source à courant alternatif (c.a.), appelée le circuit primaire, à un autre circuit (le secondaire) par le moyen d'un couplage magnétique. Utilisé comme transformateur de puissance, il change d'un circuit à l'autre, la grandeur du voltage et du courant sans changer la puissance électrique.



$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

La puissance électrique est le produit du voltage par le courant. PUISSANCE (P) = VOLTAGE (V) x COURANT (I)

Donc ici: $V_1 I_1 = V_2 I_2$

Le rapport de transformation $a = \dfrac{\text{VOLTAGE (PRIMAIRE)}}{\text{VOLTAGE (SECONDAIRE)}}$

2.8

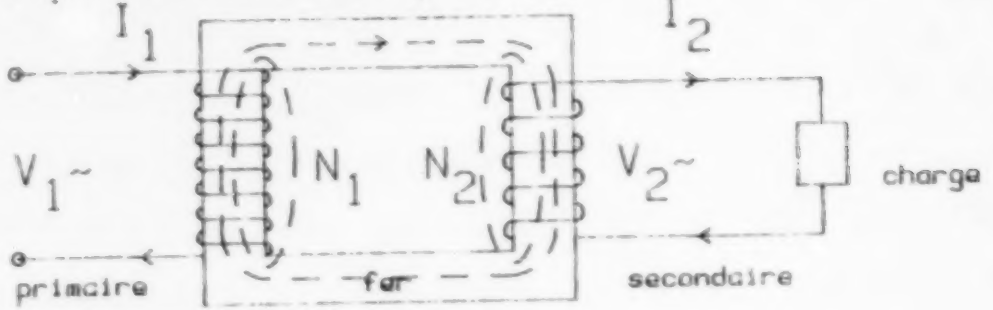
LE COUPLAGE MAGNETIQUE

Le couplage magnétique fait appel à deux lois physiques:

1 - LA LOI D'AMPERE:

Un courant électrique dans un conducteur produit un champ magnétique dans l'espace environnant.

Ainsi l'énergie électrique du primaire est transférée en énergie magnétique dans le noyau de fer.



2 - LA LOI DE L'INDUCTION (Faraday):

Un champ magnétique variable qui traverse une boucle d'un conducteur, produit un courant dans ce conducteur.

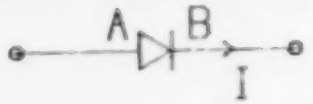
Ainsi l'énergie magnétique contenue dans le noyau de fer est transférée en énergie électrique dans le secondaire.

Le rôle du noyau de fer est de concentrer et canaliser le champ magnétique.

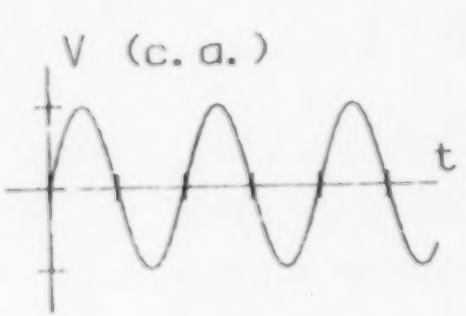
2.9

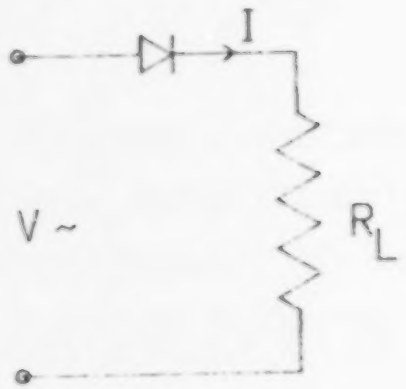
LA DIODE

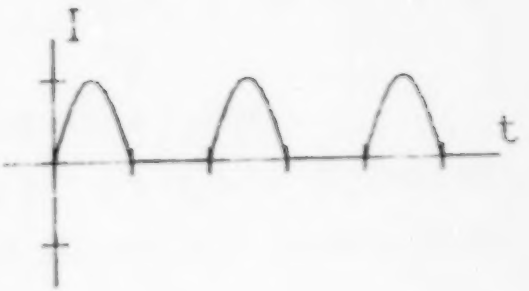
La diode est une composante électronique à deux bornes polarisées dont la fonction est idéalement de laisser circuler le courant dans une direction (ici AB en marche avant). et d'empêcher complètement la circulation du courant dans la direction opposée (ici BA en marche arrière).



Utilisée avec un courant alternatif (c.a.). elle ne laisse passer que la partie positive du courant.



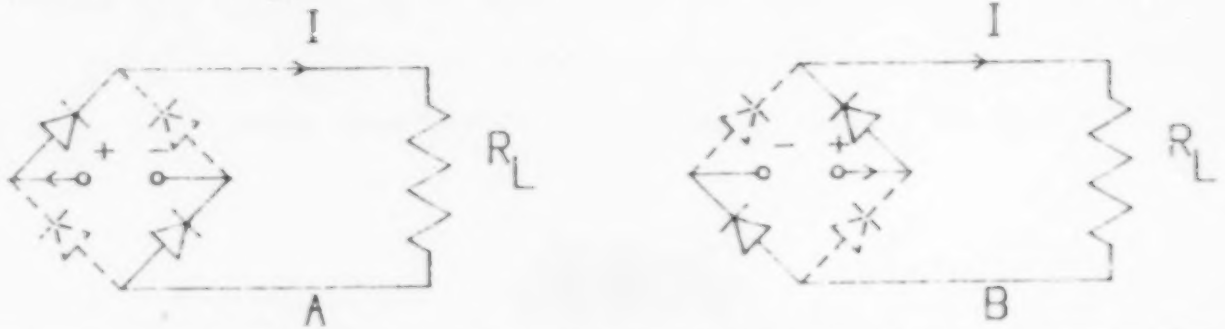




LE REDRESSEUR

Une seule diode peut donner un redressement demi-onde. Pour un redressement de l'onde complète, il faut plusieurs diodes. Voici un arrangement couramment utilisé:

Pour la partie positive du cycle le courant suit le chemin A, il suit le chemin B pour la partie négative du cycle, de telle sorte que le courant est toujours positif dans la résistance de charge.



ANNEXE V

Questionnaire d'évaluation

QUESTION D'EXAMEN 1

1. COMMENT LE SYSTEME DE REFROIDISSEMENT PEUT-IL MAINTENIR LES PAROIS DES CYLINDRES A 260^{o} C, ALORS QUE LA COMBUSTION DU MELANGE AIR-ESSENCE DANS LE CYLINDRE FAIT MONTER LA TEMPERATURE DU GAZ JUSQU'A $3\ 400^{o}$ C?

REPONSE A DONNER

IL Y A TRANSFERT DE CHALEUR DU AUX DIFFERENCES DE TEMPERATURES ENTRE LE LIQUIDE ET LE MELANGE AIR-ESSENCE DANS LA CHAMBRE DE COMBUSTION.

REPONSES DONNEES PAR LES ELEVES

- LE LIQUIDE RECUPERE LA CHALEUR DES PAROIS, CONDUCTION.
- LE LIQUIDE DANS LES CHEMISES D'EAU BAISSE LA TEMPERATURE DU MOTEUR.
- LE LIQUIDE ABSORBE LA CHALEUR.
- TRANSFERT D'ENERGIE THERMIQUE DE LA PAROI A L'EAU.

QUESTION D'EXAMEN 2

2. QUEL EST L'EFFET SUR LE VOLUME DE BLOC-MOTEUR DE LA QUANTITE D'ENERGIE THERMIQUE CAUSEE PAR LA COMBUSTION DU MELANGE?

REPONSE A DONNER

DILATATION DU BLOC-MOTEUR.

REPONSES DONNEES PAR LES ELEVES

- DILATATION DU BLOC-CYLINDRE.
- AUGMENTATION DU VOLUME.
- DIMINUTION DU BLOC-MOTEUR.

QUESTION D'EXAMEN 3

3. EXPLIQUE TA REPONSE NO 2 DU POINT DE VUE MICROSCOPIQUE (ATOMES)?

REPONSE A DONNER

TEMPERATURE PLUS ELEVEE, AGITATION DES ATOMES ET MOLECULES, ESPACE PLUS GRAND.

REPONSES DES ELEVES

- LES MOLECULES S'AGITENT PLUS, ILS PRENNENT PLUS DE PLACE.
- LES MOLECULES SE DEPLACENT PLUS RAPIDEMENT DANS LE METAL ET PRENNENT DE L'EXPANSION.
- C'EST LE TRANSFERT D'ENERGIE THERMIQUE QUI FAIT AUGMENTER LE VOLUME.
- L'AGITATION DES ATOMES ETANT PLUS ELEVEE, LA CHALEUR FAIT DILATER LE BLOC DE CUIVRE.

QUESTION D'EXAMEN 4

4. EXPLIQUE LE RAPPORT ENTRE LE CIRCUIT DE DERIVATION ET LE THERMOSTAT?

REPONSE A DONNER

LORSQUE LE THERMOSTAT EST FERME, L'EAU CIRCULE DANS LE CIRCUIT DE DERIVATION POUR PERMETTRE AU MOTEUR D'ATTEINDRE LA TEMPERATURE IDEALE DE FONCTIONNEMENT.

REPONSES DES ELEVES

- CONTOURNER LE THERMOSTAT QUAND IL EST FERME POUR LAISSER RECHAUFFER LE MOTEUR.
- FAIRE RETOURNER L'EAU DANS LE MOTEUR POUR QU'IL PUISSE RECUPERER DE LA CHALEUR.
- IL EST FAIT POUR AIDER A RECHAUFFER LE MOTEUR, PERMETTRE UNE TEMPERATURE IDEALE DE FONCTIONNEMENT.

QUESTION D'EXAMEN 5

5. EXPLIQUE LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU THERMOSTAT?

REPONSE A DONNER

AU CONTACT DU LIQUIDE SUBISSANT UNE AUGMENTATION DE TEMPERATURE, LA PASTILLE SE DILATE ET FAIT OUVRIR LA SOUPAPE.

REPONSES DES ELEVES

- FONCTIONNE PAR DILATATION.
- DU AUX AGITATIONS DES ATOMES, IL Y A UN GROSSISSEMENT DU CUIVRE ET DE LA CIRE.
- L'ENERGIE THERMIQUE FAIT PRENDRE DE L'EXPANSION A LA TIGE DE CUIVRE.
- LE THERMOSTAT DIRIGE LE SYSTEME DE REFROIDISSEMENT, IL OUVRE POUR LAISSER PASSER LE LIQUIDE VERS LE RADIATEUR.
- DISPOSITIF POUR GARDER LE FLUIDE A UNE TEMPERATURE IDEALE DE FONCTIONNEMENT.

QUESTION D'EXAMEN 6

6. QU'EST-CE QUI PRODUIT UNE PRESSION A LA SORTIE DE LA POMPE A EAU DANS LE LIQUIDE?

REPONSE A DONNER

MOUVEMENT EN ROTATION DU LIQUIDE FAIT EN SORTE QU'IL Y A AUGMENTATION DE LA FORCE CENTRIFUGE.

REPONSES DES ELEVES

- C'EST LA FORCE CENTRIFUGE.
- LA FORCE EST CREEE PAR LA ROTATION.
- L'EAU FRAPPE LES POLES QUI TOURNENT ET ELLE VA SE FRAPPER SUR LES PAROIS.

QUESTION D'EXAMEN 7

7. EXPLIQUE COMMENT CIRCULE ET SE REFROIDIT LE LIQUIDE DANS LE RADIATEUR?

REPONSE A DONNER

LE LIQUIDE A "HAUTE" TEMPERATURE ENTRE PAR LE HAUT, CIRCULE ET SE REFROIDIT A TRAVERS LES FAISCEAUX DU RADIATEUR PAR CONVECTION, S'EVACUE A LA BASE ET RETOURNE AU MOTEUR.

REPONSES DES ELEVES

- LE LIQUIDE PASSE DANS LES CANALISATIONS DU RADIATEUR, L'AIR FRAPPE SUR LE RADIATEUR ET RECUPERE LA CHALEUR.
- CE TRANSFERT DE CHALEUR S'APPELLE PAR CONVECTION.
- L'EAU CIRCULE DU HAUT VERS LE BAS, L'AIR REFROIDIT L'EAU.

QUESTION D'EXAMEN 8

8. POURQUOI PLACER UN VENTILATEUR DEVANT UN RADIATEUR?

REPONSE A DONNER

AUGMENTER LA QUANTITE D'AIR AFIN D'AMELIORER L'ECHANGE DE CHALEUR.

REPONSES DES ELEVES

- VENTILATEUR SERT A FAIRE CIRCULER PLUS D'AIR SUR LE RADIATEUR.
- POUR REFROIDIR LE MELANGE QUI SORT DU MOTEUR.
- LE VENTILATEUR ASPIRE L'AIR DANS LES FAISCEAUX POUR REFROIDIR LE RADIATEUR.

QUESTION D'EXAMEN 9

9. L'EAU DU MELANGE BOUT NORMALEMENT A 100^0 C. PLACE DANS UN SYSTEME DE REFROIDISSEMENT, IL PEUT AVOIR UN POINT D'EBULLITION DE 127^0 C. NOMME ET EXPLIQUE LE DISPOSITIF PAR LE LIQUIDE, CELA EST-IL POSSIBLE? APPUIE TA REPONSE A L'AIDE DE CALCULS.

REPONSE A DONNER

A) LE BOUCHON; B) UNE SOUPAPE CALIBREE MAINTIENT UNE PRESSION DANS LE SYSTEME DE REFROIDISSEMENT ET EN LIBERE AU BESOIN PERMETTANT UNE AUGMENTATION DE TEMPERATURE; C) CALCUL: 2.4^0 C. A CHAQUE 10 KPA.

REPONSES DES ELEVES

- BOUCHON DU RADIATEUR QUI CREE UNE PRESSION, 1 LB/PO^2 = 3.25^0 F.
- L'ANTIGEL AIDE A FAIRE BOUILLIR MOINS VITE.
- L'ANTIGEL ET LE BOUCHON.

QUESTION D'EXAMEN 10

10. EXPLIQUE POURQUOI DES DEPOTS DE SALETE DANS LES CHEMISES D'EAU ET DANS D'AUTRES PARTIES DU SYSTEME PEUVENT CAUSER LA SURCHAUFFE DU MOTEUR?

REPONSE A DONNER

LES DEPOTS CAUSENT UNE RESISTANCE AU TRANSFERT DE CHALEUR; RESISTANCE A LA CIRCULATION.

REPONSES DES ELEVES

- L'EAU QUI CIRCULE NE SERA PAS EN CONTACT DIRECT AVEC LE CYLINDRE DONC ABSORBERA MOINS DE CHALEUR.
- EMPECHE L'EAU DE CIRCULER.
- BLOQUER LES CHEMISES D'EAU.

QUESTION D'EXAMEN 11

11. LORS DU DEMONTAGE DE PIECES DE SUSPENSION, IL ARRIVE SOUVENT QUE CELLES-CI SOIENT GRIPPEES A CAUSE DE LA ROUILLE. UN LIQUIDE ANTI-ROUILLE NE SUFFIT PAS A LES DELOGER. DANS CE CAS, ON LES CHAUFFE A L'AIDE D'UN CHALUMEAU.

    1) DECRIS LA TECHNIQUE DE CHAUFFE POUR DEMONTER LES PIECES SANS LES ENDOMMAGER.

    2) EXPLIQUE LES PHENOMENES QUI SE PRODUISENT DANS LES MATERIAUX A CE MOMENT-LA.

REPONSES DES ELEVES

1) - ON CHAUFFE LES DEUX PIECES.

   - ON CHAUFFE SURTOUT LA PIECE QUI L'ENTOURE.

   - ON CHAUFFE LES PIECES, ON LES FRAPPE.

2) - DILATATION, LA PIECE GROSSIT SOUS L'EFFET DE LA CHALEUR.

   - TRANSFERT D'ENERGIE THERMIQUE DE LA FLAMME AU METAL.

   - IL SE PRODUIT UN TRANSFERT DE CHALEUR ENTRE LA VIS ET LE BOULON.

BIBLIOGRAPHIE

BOLDUC, G. et BRETON, E., La formation professionnelle des jeunes en difficulté. Direction Générale du Développement Pédagogique, Gouvernement du Québec, 1981.

GAGNE, R.M., Les principes fondamentaux de l'apprentissage. Les Editions HRW Ltée, Montréal, 1976.

HORNER, W., «Education technique et culture scolaire: une relation difficile. L'exemple français». Revue des sciences de l'éducation, Vol. VI, No 3, Aut. 1980.

MINISTERE DE L'EDUCATION DU QUEBEC, La formation professionnelle des jeunes: Propositions de relance et de renouveau sur la formation professionnelle des jeunes, Gouvernement du Québec, 1982.

ST-LAURENT, R., MOUNIVONGS, K., FORTIN, M., SUQUET, M., VACHON, J.C. et coll., Intégration de notions de sciences physiques de base au contenu technique, P.P.M.C.P., Université du Québec à Chicoutimi, Novembre 1984.